

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»**



**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И ЛЕСНОГО  
КОМПЛЕКСОВ – РЕГИОНАМ**

*Том 2. Технические науки*

*Сборник научных трудов по результатам работы  
IX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием*



**Вологда–Молочное  
2024**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Технические науки*

*Сборник научных трудов  
по результатам работы IX Всероссийской  
научно-практической конференции  
с международным участием*

Вологда–Молочное  
2024

ББК 65.9  
М 75

**Редакционная коллегия:**

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор;  
к.т.н., доцент **А.А. Кузин**;  
к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**;  
к.т.н., доцент **А.В. Боброва**.

**М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2024. – 423 с.**

**ISBN 978-5-98076-399-2**

Сборник составлен по материалам работы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 04 апреля 2024 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

В сборнике представлены статьи студентов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых России и Белоруссии в которых рассматриваются актуальные вопросы сельскохозяйственного производства в областях агроинженерии и продуктов питания животного происхождения.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов сельскохозяйственных и смежных предприятий, научных работников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных специальностей.

Статьи печатаются в авторской редакции без дополнительной корректуры. За достоверность материалов ответственность несут авторы.

ББК 65.9

**ISBN 978-5-98076-399-2**

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2024

# АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 621.878

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист*

*Агеев Петр Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

**Аннотация:** *сегодня фронтальный погрузчик, пожалуй, является самой востребованной техникой на стройке и в карьере. Он стал настолько привычной и обыденной машиной, что представить без него постройку дома или проведение работ по добыче полезных ископаемых практически невозможно. Кажется, что это строительное оборудование человеком было изобретено в незапамятные времена.*

**Ключевые слова:** *изобретение, история, класс машин, гидравлический, трактор, загрузка, выгрузка*

История создания фронтального погрузчика не настолько богата, как, к примеру, экскаватора или бульдозера, и уходит корнями в недалекие 20-е годы прошлого столетия.

Фронтальные погрузчики начали свой путь развития гораздо позже, нежели иные землеройные машины. На протяжении многих десятилетий, экскаваторы пытались выполнять работу, которую сейчас совершают исключительно погрузчики.

Кто явился самым первым изобретателем этой удивительно полезной машины сейчас можно только догадываться, но, скорее всего, им стал какой-то фермер, пожелавший облегчить способ погрузки на телегу навоза. Известны самые примитивные погрузчики, появившиеся лишь на заре 20 века, у которых ковш, установленный на простой трактор, мог подниматься и опускаться с помощью систем лебедок. На самом деле погрузчиком эту машину можно было назвать с большой натяжкой, ибо это были неповоротливые и малоэффективные агрегаты, способные поднимать не более 0,4 м<sup>3</sup>, да и те использовались, по большей части, исключительно в сельском хозяйстве [1].

Тем не менее, появление этих прототипов будущих погрузчиков ознаменовало рождение нового класса машин, чья мобильность, маневренность и универсальность вывела процесс зодчества и карьерной добычи на известный нам сейчас современный уровень.

Впрочем, невзирая на свою небогатую историю, технология создания фронтального погрузчика прошла свой положенный путь эволюции и за несколько десятилетий из маломощного трактора с ковшом смогла сотво-

рять такую машину, технические характеристики которой поражают наше воображение сегодня.

Если не считать тех допотопных тракторов-погрузчиков, изобретенных для облегчения погрузки сена в амбар, пожалуй, первым создателем, удачно воплотившим идею сотворения настоящего строительного погрузчика, стала английская фирма «Muir-Hill Ltd».

Компания «Muir-Hill Ltd», образованная в 1901 году в Манчестере, носила имя ее создателей господина Мьюира и Хилла, и являлась первым и основным английским предприятием, выпускающим на тот момент грузовики-самосвалы не только для нужд гражданского строительства, но и для армии Великобритании.

Уже в 1927 году ее инженеры приступили к работе по изобретению первого фронтального погрузчика. Результатом этих изысканий стал выпуск колесного образца с объемом ковша 0,5 м<sup>3</sup> и мощностью 28 лошадиных сил под капотом. Ковш, управляемый системой канатов, был установлен на базу сельскохозяйственного трактора фирмы Fordson. Сама же машина получилась вполне эффективной, рабочей, и практически сразу пошла в продажу [2].



Рисунок 1 – Первый погрузчик, созданный компанией «Muir-Hill Ltd»

К 1939 году компании удалось построить и продать несколько сотен своих погрузчиков. Однако вскоре нагрянувшая война затормозила инженерный процесс, оставив компании лишь возможность снабжать армию королевы образцами техники, созданными в мирное время.

Тем временем, на другом материке, в американском Чикаго инженер по имени Фрэнк Г.Хью корпел над созданием своего варианта погрузчика. Именно этот талантливый изобретатель назовет погрузчик погрузчиком и впервые использует в его конструкции гидравлическую систему управления.

Фрэнк Хью, являясь талантливым инженером, еще в 1920 году, будучи юным помощником горного инженера, стал задумываться над созданием маневренной машины, способной перемещать большие объемы сыпучих материалов. Спустя 16 лет, в 1936 году, ему удастся-таки построить свой большой фронтальный погрузчик, в котором двигатель он разместит сзади над двумя ведущими колесами машины. Этот образчик тяжелой погрузочной техники оказался весьма удачным и его с успехом использовали на погрузке/разгрузке железнодорожных вагонов, при рытье погребов и в цехах сталелитейных заводов.

В 1938 году Фрэнк Хью для компании «International Harvester» создаст более мощный погрузчик на базе модели трактора TD-35 с чуть большим объемом ковша порядка 0,5 м<sup>3</sup>. А базой для него станет гусеничный трактор. На тот момент это был первый в мире гусеничный фронтальный погрузчик с самой большой емкостью рабочего органа.

А в 1939 году именно Фрэнк Хью первым в мире оборудует колесный погрузчик системой гидравлического управления.

Его гидравлический погрузчик состоял из вертикальной мачты, закрепленной на передней части трактора и пары рычагов, прикрепленных сзади и соединенных с ковшом. По существу гидравлический цилиндр, расположенный между боковыми стойками мачты, поднимал посредством системы кабелей заднюю часть ковша. Эта машина Хью по современным представлениям больше походила на гигантскую мышеловку, нежели на тот погрузчик, с которым мы знакомы сейчас. Однако, это было инновационное решение, способное обеспечить многие промышленные отрасли необычной машиной-помощником.

Впрочем, невзирая на успех созданных им агрегатов, Хью постоянно балансировал на грани банкротства. В своей работе он находился в непосредственной зависимости от производителей тракторов, ибо его погрузчики монтировались на их базе. Процесс развития технологических решений в те годы не стоял на месте, конструкции тракторов менялись буквально ежемесячно. Зачастую Хью даже не знал о вносимых конструктивных изменениях. Проблема осложнялась тем, что некоторые производители наотрез отказывались снабжать Хью схемами и рисунками новых моделей тракторов. Его инженерам приходилось буквально на ходу менять конструкцию погрузчиков и это вносило в бизнес постоянную неразбериху и финансовые потери. Тогда Хью создаст свое полное по циклу производство погрузочной техники и избавится от зависимости строптивых изобретателей тракторов.

Но, как и в случае с компанией «Muir-Hill Ltd», вторая мировая война внесла свои коррективы, остановив развитие погрузчиков Хью и заставив изобретателя несколько лет работать исключительно на военную промышленность.

После войны Фрэнк Хью вернулся к усовершенствованию своей машины, и в 1947 году выпустил первую в мире полноприводную модель гидравлического погрузчика модели НМ.

Эта надежная машина имела рекордную на то время емкость ковша в 1,2 м<sup>3</sup>, была оснащена усилителем руля и коробкой передач с функцией заднего хода. Она работала от дизельного двигателя и обладала способностью развивать скорость до 16 миль в час (27,5 км/ч).

Именно модель НМ стала базовой моделью всех выпускаемых в последующем больших полноприводных фронтальных погрузчиков на протяжении нескольких лет [3]. Затем, уже в 1949 году выйдут в производство модели НН и ВН. Они также будут полноприводными, оснащенными гидравликой, но существенным изменениям подвергнутся кабина оператора, дизайн самого погрузчика, его способность поднятия ковша и колесная база.

К началу 50-х годов компания Фрэнка Хью процветала, его погрузчики пользовались популярностью у покупателей, и производство было завалено заказами. До появления первых погрузчиков марки Caterpillar оставался еще с десятков лет. Но Фрэнк устав и больше не чувствуя в себе сил управлять огромной компанией, 1 ноября 1952 года продает производство фирме «International Harvester» за \$ 7,8 млн. Он не забросит работу, и будет еще долго трудиться под крышей компании «International Harvester», создавая все новые модели погрузчиков.

В итоге, у всех знатоков истории строительной техники именно имя Фрэнка Хью навсегда станет ассоциироваться со словом погрузчик, ибо столько, сколько сделал этот человек для создания всем известной машины, не совершал больше никто.

Примерно в 1953 году первенство по инновациям, вносимым в технические характеристики фронтального погрузчика, у Фрэнка Хью перехватила фирма «Scoormobile», выпустив первую в мире модель колесного шарнирно-сочлененного фронтального погрузчика LD 5.



Рисунок 2 – Фронтальный погрузчик серии Н-60

До этого момента, фронтальные погрузчики оставались довольно неповоротливой техникой с малой маневренностью на небольших участках и ограниченным углом наклона ковша, что уменьшало их эффективность и область применения.

Шарнирно-сочлененная рама, внедренная инженерами компании «Scoormobile» в модель LD 5, позволила оператору контролировать наклон ковша. Что в конечном итоге повысило маневренность погрузчика и значительно облегчило процесс загрузки и выгрузки материала. Все это дало возможность использования техники в таких работах, где механизация труда была крайне необходима.

Именно внедрение в конструкцию погрузчика двух основных технологий – гидравлического управления и шарнирно-сочлененной рамы сделали из простого трактора с ковшом, знакомую нам сегодня строительную машину. Эти два изобретения открыли новую ветку в истории создания фронтального погрузчика, и к середине 50-х годов во многих странах мира корпорации стали работать над выпуском своих серий погрузочной техники. Кому-то удавалось удержаться на рынке производства строительных агрегатов, кто-то, не выдерживая конкуренции, исчезал.

### **Список литературы**

1. Авдеев, А.А Принцип работы фронтального погрузчика / А.А Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 7-11.
2. Авдеев, А.А. Сменные рабочие органы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции. (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 15-17.
3. Авдеев, А.А Классификация фронтальных погрузчиков / А.А Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФРОНТАЛЬНЫХ  
ПОГРУЗЧИКОВ**

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** к началу 60-х годов прошлого столетия погрузчики все еще оставались довольно небезопасной техникой. Изначально установленный позади оператора поворотный рычаг представлял собой серьезную угрозу, ибо находясь в вертикальном положении, загоразживал обзор. К тому же неудобное расположение рычага часто становилось причиной ранений операторов.*

***Ключевые слова:** безопасность, конструкция, травматичность, оператор, погрузчик*

Многочисленные несчастные случаи и последующие социальные выплаты пострадавшим операторам привели к тому, что в 1961 году в процесс вмешалось государство. Национальный совет по безопасности США, вникнув в существующие проблемы, обязал производителей погрузчиков внести коренные изменения в конструкцию выпускаемых машин, дабы снизить их травматичность. И следующим шагом, позволившим погрузчику стать надежной, безопасной и эффективной машиной, такой, как мы его знаем сейчас, стало конструктивное изменение местоположения поворотного рычага и дизайна кабины оператора.

Подобное требование вынудило большинство производителей изменить конструкцию вращения рамы, в результате чего появилась возможность перемещения поворотного рычага наперед, что практически сразу сняло большинство проблем травмоопасности. В это же время производители существенно переработали и конструкцию кабины оператора. Она стала более закрытой и удобной, что в конечном итоге кардинально отразилось на безопасности и производительности.

Однако, основной прорыв в создании именно безопасного фронтального погрузчика все же совершила всемирно известная компания «Caterpillar». Над усовершенствованием конструкции этой погрузочной техники ее инженеры стали работать еще в 1955 году. Но их первые модели погрузчиков были исключительно гусеничными и особо не пользовались популярностью [1].



Рисунок 1 – Первая модель безопасного погрузчика 1955 г.

Но к 60-му году компания явила на свет свою первую, ставшую знаковой, 944-ую модель погрузчика из серии «Трахсаватор». Запуск данной модели произошел в декабре 1959 года на заводе-изготовителе Caterpillar в городе Аврора, штат Иллинойс.

Трахсаватор 944 кардинально отличался от всех предыдущих образцов погрузчиков, выпущенных САТ. Во-первых, он был установлен на колесную базу. Во-вторых, вместо вертикальной мачты машина управлялась двумя подъемными рычагами. К тому же погрузчик имел жесткую раму, два ведущих задних колеса, был оборудован 4-х цилиндровым дизельным двигателем ® D330, мощностью 105 л.с. (78 кВт), и имел ковш вместимостью более полутора кубических метров. Данные технические характеристики машины буквально сразу завоевали популярность у заказчиков, сделав модель погрузчика Трахсаватор 944 самой востребованной в мире на те годы.

Таким образом заботиться о безопасности операторов, конструируя закрытые кабины даже в погрузчиках малой и средней весовой категории [2].

С тех пор многие производители, будто соревнуясь, выпускают десятки самых универсальных, самых мощных, самых маневренных и самых больших в мире погрузчиков, но все это будет возможно только благодаря таланту изобретателей, в свое время совершивших научно-технический прорыв в истории создания строительной техники.

Современные фронтальные погрузчики – это машины, которые используют повсеместно – от сельского хозяйства, уборки дачных участков до строительства автомагистралей и работ в подземных карьерах. Их модификации, технические характеристики и возможности очень разнятся. Существуют крохи мини-погрузчики, способные расчистить от снега приусадебный участок, а есть модели, своими размерами заслоняющие солнце.



Рисунок 2 – Трахсаватор 944 модели

Особенностью всех погрузчиков серии Трахсаватор стали удобно расположенные в кабине органы управления, очень мощные двигатели, усовершенствованная двухскоростная коробка передач, и, главное – особая безопасность самой конструкции кабины оператора. В 1965 году серию «Трахсаватор» официально переименовывают, присвоив ей емкое название «Колесные погрузчики».

После серии «Трахсаватор» Caterpillar выпустит еще много удачных моделей фронтальных погрузчиков, но в 1970 году с ними вновь вступит в конкуренцию компания «International Harvester», выпустив на рынок самую огромную и мощную машину-гиганта того времени – погрузчик «Payloader 580». Впервые этот великан был представлен на съезде Американских горнопромышленных предприятий в Лас-Вегасе, где по праву получил статус самого большого фронтального погрузчика в мире.

Уже этот агрегат, с объемом ковша почти 14 м<sup>3</sup> (позже он был увеличен до 17 м<sup>3</sup>) и 1200-ми лошадиными силами под капотом был технически и визуально похож на погрузчик, известный нам сегодня. Это был первый образец тяжелой погрузочной техники, созданный для карьерной добычи. В нем оператор был полностью огражден кабиной, созданной для защиты от травмирования перегружаемым материалом. Начиная с появления этой модели, все остальные производители погрузчиков начнут именно азмерами заслоняющие солнце. Но не стоит забывать, что все это стало возможным только благодаря усилиям и таланту нескольких гениев-инженеров [3].

### Список литературы

1. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 7-10
2. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

УДК 621.878.4

### БЫСТРОСЪЁМНОЕ СОЕДИНЕНИЕ НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** в статье рассказывается о новом виде быстрой сцепки навесного оборудования на фронтальных погрузчиках. Описаны её конструктивные особенности и отличия от современных видов сцепки.*

***Ключевые слова:** фронтальный погрузчик, рабочий орган, навесное оборудование, быстрая сцепка, автосцепка*

В настоящее время очень распространены трактора с фронтальными погрузчиками, особенно они актуальны для подсобного хозяйства. Но не каждый может позволить себе переоборудовать свой трактор под новый погрузчик. Поэтому был спроектирован бюджетный способ модернизации погрузчика старого образца [1].

Фронтальный погрузчик – универсальная машина, оснащенная сменным рабочим органом на подъемной стреле.

В процессе работы приходится часто менять рабочий орган, что достаточно длительно, так как оператору приходится покинуть кабину. Для упрощения этого процесса существуют несколько видов быстрой сцепки. На рисунке 1 изображён наиболее используемый, современными производителями, вид сцепки [2].

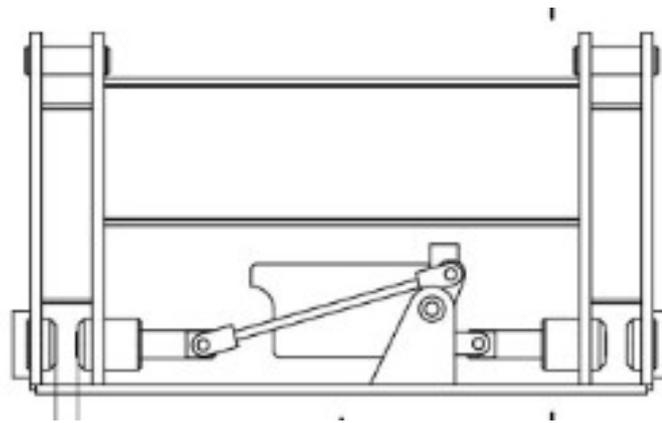


Рисунок 1 – Схема наиболее используемого современного вида сцепки

Данный образец имеет сложную конструкцию. Требуется точной центровки соединения, что не всегда получается выполнить с первого раза. Так же стопорный механизм находится снизу, следовательно, он сильно подвержен воздействию абразивов, коррозии и замораживанию, что приводит к заклиниванию механизма. Всё это тратит время и силы [3].

В спроектированном варианте, эти нюансы учтены (рис. 2).

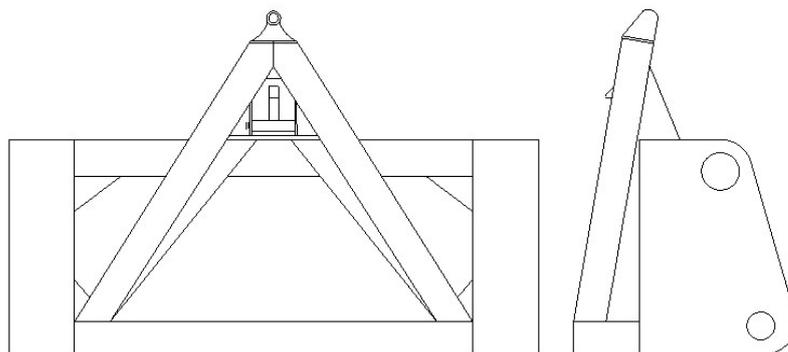


Рисунок 2 – Схема спроектированного быстросъёмного устройства

Быстродействующее соединительное устройство, предназначенное для закрепления навесного оборудования на конце рычага погрузчика или аналогичной машины, содержащее две части, из которых первая часть закреплена на рычаге, а вторая часть закреплена на навесном оборудовании. Первая часть представляет собой треугольник из квадратной трубы с фиксирующей собачкой. Вторая часть представляет собой ложемент усиленный пластиной с прорезью для вхождения в зацепление подпружиненной собачки [4].

Такая конструкция существенно упростит замену рабочего органа. Так как позволяет производить сцепление двух частей без точной центровки. После сцепления двух частей, фиксирующая собачка, за счёт пружины,

сама входит в зацеплении, это позволяет оператору не покидать кабины. Так же плюсом данной автосцепки является, идентичность ложементов с ложементом автосцепки типа СА – 1 (рис. 3).

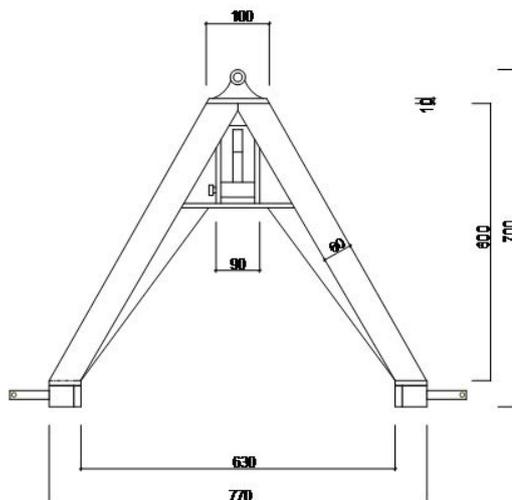


Рисунок 3 – Схема автосцепки СА – 1

Благодаря этому становится возможным установление некоторых рабочих органов, как на стрелу погрузчика, так и на заднюю навеску трактора. Это очень удобно для отвала.

Таким образом, данное изобретение существенно упростит замену рабочего органа, фронтального погрузчика. Установка такой автосцепки не займёт много времени. А также простота конструкции, позволяет переоборудовать погрузчик самостоятельно с помощью подручных или бюджетных материалов.

### Список литературы

1. Яковлев, С.А. Технологическое обеспечение качества электромеханической обработки деталей при ремонте сельскохозяйственных машин: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Яковлев Сергей Александрович, 2023. – 423 с. – Текст: непосредственный.
2. Божанов, А.А. Фронтальные погрузчики: конструкции, виды и расчет: учебное пособие / А.А. Божанов, А.С. Трубин. – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2019. – 60 с. – Текст: непосредственный.
3. Яковлев, С.А. Повышение циклической прочности деталей / С.А. Яковлев. – Текст: непосредственный // СТИН. – 2003. – № 4. – С. 27-32.
4. Яковлев, С.А. Технологическое обеспечение качества электромеханической обработки деталей при ремонте сельскохозяйственных машин: специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук / Яковлев Сергей Александрович; Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2023. – 329 с. – Текст: непосредственный.

## НАЗНАЧЕНИЕ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сулягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

**Аннотация:** погрузчики – один из видов универсальной техники. Они относятся к грузоподъемному типу машин, а также к землеройной технике, поскольку могут перемещать верхний слой грунта, и землеройные работы на мягких грунтах. В сегменте строительной техники они занимают второе место по популярности после экскаваторов.

**Ключевые слова:** изобретение, история, класс машин, гидравлический, трактор, загрузка, выгрузка

Понятие фронтальный погрузчик и его восприятие – это разные вещи. Название появилось из английского языка. Оно образовано от front – перед и loader – погрузчик. Строго говоря, любой вид погрузчиков с расположенным впереди рабочим органом является фронтальным, включая телескопические, вилочные, мини погрузчики.

Однако, понятие фронтальный погрузчик ассоциируется с четырёхколёсной техникой с широким, во всю ширину машины, ковшом. Он также может называться автопогрузчик фронтальный или колёсный погрузчик. Хотя некоторые машины имеют гусеничное шасси, а часть монтируется на базе колёсного трактора, подавляющее большинство сделаны на собственном шасси.

Первые фронтальные погрузчики придумали фермеры для облегчения сбора сена и навоза. Старый погрузчик представлял собой трактор с ковшом, который поднимался и опускался при помощи лебедок.

Революция в производстве этих машин, состоялась в середине XX века с появлением гидравлики. Она вызвала огромные изменения в строительном-дорожном машиностроении. Гидроцилиндр упростил возвратно-поступательные движения рабочих органов, сделал возможным повороты с помощью шарнирно-сочлененной рамы. Это уже стала знакомая нам полноприводная машина-погрузчик с массивным ковшом, манёвренная и эффективная [1-2].

Основное отличие погрузчиков от других строительных и дорожных машин – отношение грузоподъемности и объема ковша к массе самой техники. Это достигнуто за счёт оптимально расположенного центра тяжести и развесовки машины.

Поэтому, когда речь идёт о фронтальном погрузчике, понимается классическая машина с:

- четырьмя крупными колесами одинакового диаметра;

- задним расположением двигателя;
- высоко расположенной кабиной с хорошей обзорностью;
- шарнирно-сочлененной рамой, за исключением некоторых компактных и мини погрузчиков с бортовым поворотом;
- расположенным спереди крупным ковшом, который иногда заменяют или прямо на него навешивают вилы, крюки и т. д.

Фронтальные погрузчики создаются на специальных колесных шасси и имеют единую конструктивную схему. Шарнирно-сочленённая рама имеет угол складывания полурам в диапазоне 35-40°. Расположенный позади двигатель выступает в качестве противовеса.

Силовой агрегат у большинства колёсных погрузчиков – дизельных. Хотя всё больше компаний модернизируют их, устанавливая гибридные, газовые и электрические двигатели. Особенно это касается компактных машин.

Типично использование гидромеханической трансмиссии с 3-х или 4-диапазонной планетарной коробкой передач, ведущего моста с системой блокировки дифференциала, планетарного колесного редуктора, жесткой подвески переднего грузового моста и балансирной подвески заднего моста. Иногда, вместо гидромеханической применяется гидростатическая бесступенчатая трансмиссия.

Грузоподъемная стрела имеет Z-образную или параллелограммную конструкцию. Первая более эффективна при работе с ковшом фронтального погрузчика, поскольку имеет большее отрывное усилие. Вторая – предпочтительней при частой смене рабочего оборудования [3].

Не менее важна эргономика рабочего места оператора. Кабина фронтального погрузчика предусматривает круговой обзор и оснащена регулируемым сиденьем, системами обогрева, вентиляции, шумопоглощения. Автоматизированная система переключения передач и управления рассчитана на различные режимы эксплуатации, выбираемые оператором в зависимости от условий работы.

Объём ковша фронтального погрузчика варьируется от класса машин. У мини погрузчиков он может быть 0,5 куб.м, тогда как у карьерных колёсных машин доходит до 17 кубов.

### Список литературы

1. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 7-11.
2. Авдеев, А.А. Сменные рабочие органы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 15-17.

3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

**УДК 621.878**

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сулягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** работа посвящена обзору и классификации фронтальных погрузчиков, рассмотрены их виды. А также применение погрузчиков на производстве.*

***Ключевые слова:** изобретение, история, класс машин, гидравлический, трактор, загрузка, выгрузка*

В первую очередь они подразделяются по грузоподъемности и габаритам. Выделяют:

- тяжёлые карьерные погрузчики грузоподъёмностью свыше 10 т;
- средний класс – от 5 до 10 т;
- компактные – от 2 до 5 т;
- мини погрузчики – грузоподъёмностью до 2 тонн.

Выделяют три типа шасси, на которых собираются фронтальные погрузчики. Самым популярным является колёсное шасси с шарнирно-сочленённой рамой. Такое решение повышает манёвренность и проходимость, поскольку колёса едут след в след.

Технику производят и на жёсткой раме на пневмоколёсах. Автомобильные погрузчики тоже способны самостоятельно перемещаться с одного участка на другой, но обладают меньшей манёвренностью из-за большего радиуса разворота.

Шины на колесных моделях любого типа могут быть пневматические и цельнолитые. Первые обладают хорошими амортизационными свойствами. Вторые используются там, где можно попасть на острые материалы, которые могут повредить покрышку.

Поскольку и цельнолитые резиновые колёса подвержены повреждению существует третий тип фронтальных погрузчиков – на гусеничном ходу. Они обладают хорошей проходимостью на нестабильных грунтах, более эффективны на участках с неровным острым покрытием – в общем там, где велика вероятность прокола колеса. У них ниже расположен центр тяжести, за счёт чего выше грузоподъёмность. Однако основным недостатком

ком данной конструкции является ограничение по скорости движения и перемещению по дорогам общего пользования.

Большинство фронтальных погрузчиков универсальные. Они могут использовать как передний ковш, так и различное сменное навесное оборудование – вилы, грузоподъемный крюк, держатели для колёс, челюстные захваты.

Но существуют и специальные машины. Например, низкие подземные погрузо-доставочные машины (ПДМ) тоже относятся к категории фронтальных погрузчиков, но в силу своих конструктивных особенностей используются только в шахтах.

Использование карьерных погрузчиков на других работах затруднительно в силу их больших габаритных размеров. Также фронтальный вилочный погрузчик используется исключительно на складских работах.

За исключением специальных моделей, основной функцией фронтальных погрузчиков являются погрузочно-разгрузочные и земляные работы, а также планировка площадок. Также погрузчики используются на ремонтных дорожных и такелажных работ, уборке мусора, перемещении щебня, гравия, песка и других материалов. *Оборудование для погрузчиков*

Фронтальный погрузчик – многопрофильная машина, но такой ее во многом делает дополнительное навесное оборудование [1-6]:

*Ковш.* Основной рабочий орган фронтального погрузчика. От объема этого навесного элемента (в среднем 3–10 м<sup>3</sup>) во многом зависит производительность всей машины.

*Вилы.* Для подъема, перемещения и штабелирования складских поддонов.

*Грузоподъемные крюки.* Для упакованных материалов или тех, в которых реализована возможность подобного захвата.

*Резчики для силоса.* Для организации заготовительных работ в сельском хозяйстве.

*Отвалы для снега.* Для уборки улиц и тротуаров в зимнее время года.

*Рулонные и другие захваты.* Для кантования материалов, работы с бочками, лесозаготовками, тюками и другим специфическим грузом.

*Бульдозерные отвалы.* Для перемещения грузов без предварительного подъема, буксированием по дорожному покрытию или грунту.

Учитывая большое многообразие таких погрузчиков, и принимая во внимание их технические характеристики и особенности предназначения, их можно классифицировать по следующим признакам (рис. 1).

В дополнение, погрузчик может работать в бульдозерном режиме, транспортировать сыпучие и кусковые грузы в ковше, а также буксировать прицепы или другое оборудование на небольшие расстояния.

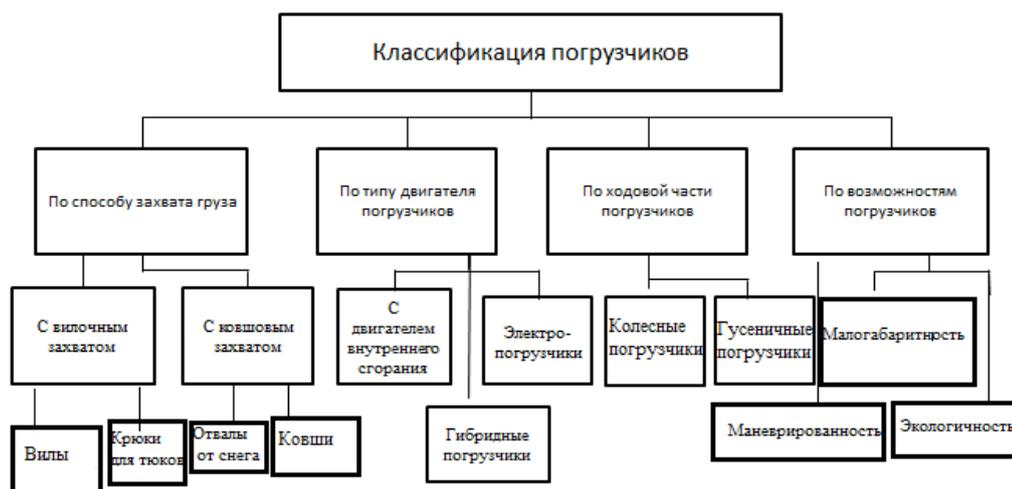


Рисунок 1 – Классификация фронтальных погрузчиков

Фронтальные погрузчики выпускают многие компании. Все ведущие поставщики строительной техники имеют в своей продуктовой линейке данную технику. От компактных до больших карьерных погрузчиков предлагают Caterpillar, Volvo, Komatsu, Hitachi, Hyundai, John Deere, Case, Liebherr.

Таким образом, следует, что в большинстве производств невозможно обойтись при погрузочно-разгрузочных работах без использования фронтальных погрузчиков, а тем более сельскохозяйственные работы или промышленный складской комплекс.

### Список литературы

1. Авдеев, А.А. Сменные рабочие органы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 15-17.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 7-11.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

*Артемов Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация: работа посвящена анализу фронтальных погрузчиков и обзору их навесного оборудования и сменных рабочих органов.*

*Ключевые слова: фронтальный погрузчик, ковш, вилы, отвал, захват, крюк, щётка, сменные рабочие органы, навесное оборудование*

Фронтальные погрузчики относятся к одной из наиболее востребованных разновидностей спецтехники. Популярность этих машин обусловлена их универсальностью и эффективностью. Эта техника представляет собой тяжелую машину на колесном или гусеничном ходу. Все они оснащаются двумя «руками», к которым крепятся ковши или вилы. Фронтальный погрузчик позволяет перевозить грунт или материалы с одного места на другое, не толкая их перед собой по земле, как бульдозер, а неся над поверхностью почвы. Фронтальный погрузчик, устройство которого включает ковш, чаще всего используется в строительстве, а вилочные машины применяются еще и в складском деле [1].

В сельском хозяйстве наиболее распространены фронтальные универсальные погрузчики на пневмоходу [1-3]:

1) по типу ходового устройства – гусеничные (на базе тракторов), пневмоколесные (на базе специальных шасси и тягачей) и полугусеничные;

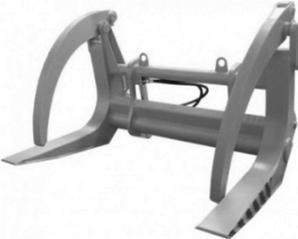
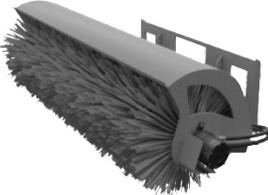
2) по расположению рабочего органа относительно двигателя – с передним и задним расположением;

3) по способу разгрузки рабочего органа – с полуповоротным, комбинированным, перекидным и фронтальным погрузочным оборудованием.

Фронтальные погрузчики базируются на гусеничных, колесных шасси и тракторах и обеспечивают разгрузку ковша вперед (со стороны разработки материала) на любой отметке в пределах заданной высоты. Ходовое оборудование колесных погрузчиков имеют обычно все (четыре) ведущие колеса, а их опорная рама может быть жесткой и шарнирно сочлененной.

Главной особенностью фронтального погрузчика является его многофункциональность. Сменные рабочие органы и навесное оборудование погрузчиков представлены в таблице [3].

Таблица 1 – Рабочие органы и навесное оборудование погрузчиков

Название, назначение	Фото
<p>1) <i>Ковш</i>. Дополнение используют для перемещения сыпучего груза – песка, грунта, угля, гравия, снега, щебня и т.п.. Устройство может быть с гидравлическим приводом.</p>	
<p>2) <i>Вилы для тюков</i>. Вилы особенно хорошо подходят для работы с круглыми тюками. Большие штыки обеспечивают более безопасную транспортировку, а короткий предотвращает вращение тюка.</p>	
<p>3) <i>Снегоуборочный отвал</i>. Навесной снегоуборочный отвал предназначен для очистки от снега проезжей части улиц, дорог и тротуаров с твердым покрытием.</p>	
<p>4) <i>Челюстной захват</i>. Разновидность сменного навесного рабочего оборудования фронтального погрузчика, предназначенная для подъема, транспортировки и погрузки различных грузов, (бревна, трубы, сваи и прочие грузы)</p>	
<p>5) <i>Крюк для ви</i>. Делает из обычного погрузчика мини-кран, который может осуществлять подъем и транспортировку малогабаритных нетяжелых грузов. Устанавливается крюк на вилы погрузчиков с обычным вилочным захватом.</p>	
<p>6) <i>Щетка для погрузочно-разгрузочных машин</i>. Базируется на вилах техники и предназначается для уборочных работ территорий складов и не только. Может использоваться для очистки площадей от песка, снега, воды, бетона. Наделена щетка износостойкой щетиной [4].</p>	

Таким образом, фронтальный погрузчик – это незаменимая техника на многих предприятиях, способный заменить многочисленный парк дорожно-строительной техники. Данная техника позволяет своей универсальностью выполнять огромный спектр погрузочно-разгрузочных работ, работ по землеустройству и т.д.

### Список литературы

1. Шевченко, А.З. Универсальные погрузчики / А.З. Шевченко. – Москва: Книга Высшая школа, 1976. – С. 94-100. – Текст: непосредственный.
2. Уханов, А.П. Конструкция автомобилей и тракторов / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В. А. Голубев. – Ульяновск: УГСХА, 2016. – 186 с. – Текст: непосредственный.
3. Уханов, А.П. Конструкции автомобилей и тракторов / А.П. Уханов. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 188 с. – Текст: непосредственный.
4. Салахутдинов, И.Р. Проектирование сельскохозяйственных комплексов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко. – Ульяновск: ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – 117 с. – Текст: непосредственный.

УДК 004.8

### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНЖЕНЕРИИ

*Артемов Максим Викторович, студент-специалист  
Голубев Сергей Владимирович, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью современного мира и находит свое применение во многих областях, включая инженерию. Одним из ключевых аспектов применения искусственного интеллекта в инженерии является его способность улучшить проектирование и создание новых технологий. С помощью алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей можно анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности, что позволяет улучшить процессы проектирования и оптимизации.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, проекты, производство, оптимизация*

Искусственный интеллект – это способность компьютера обучаться, принимать решения и выполнять действия, свойственные человеческому интеллекту. Так же можно сказать, что ИИ – это наука на стыке математики, биологии, психологии, кибернетики. Она изучает технологии, которые позволяют человеку писать «интеллектуальные» программы и учить ком-

пьютеры решать задачи самостоятельно. Главная задача ИИ – понять, как устроен человеческий интеллект, и смоделировать его [1].

Использование ИИ в инженерных отраслях России стремительно растет. В последние годы было запущено множество проектов с использованием искусственного интеллекта в области инженерии, включая автоматизацию производственных процессов, оптимизацию дизайна и управления техническими системами [2].

Проекты России с применением искусственного интеллекта в инженерии:

1. Системы управления теплоэнергетическими процессами в энергетике – используются для оптимизации работы котельных и других энергетических установок, предсказания отказов оборудования и оптимизации расхода топлива.

2. Автономные машины и роботы в промышленности - разработка робототехники для автоматизации производственных процессов, в том числе в сложных условиях и для выполнения тяжелых работ.

3. Системы мониторинга и диагностики инженерных коммуникаций – применение искусственного интеллекта для контроля состояния водопроводов, канализации, теплосетей и других коммуникаций, а также для прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций.

4. Системы проектирования и оптимизации инженерных систем – разработка программ для автоматического проектирования и оптимизации инженерных решений, например, для построения эффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

5. Разработка новых материалов и технологий – использование искусственного интеллекта для создания инновационных материалов и технологий, например, для разработки новых композитных материалов или способов их производства.

Использование ИИ в инженерии позволяет значительно улучшить эффективность работы, ускорить процессы проектирования и разработки, сократить издержки и улучшить качество продукции. Кроме того, ИИ может быть использован для прогнозирования отказов оборудования, оптимизации обслуживания и технической поддержки [3].

Однако, важно отметить, что внедрение искусственного интеллекта в инженерии требует специальных знаний и ключевых компетенций со стороны инженеров и специалистов по ИИ. Также необходимо учитывать вопросы безопасности и конфиденциальности данных при использовании ИИ в инженерных процессах.

Таким образом, применение искусственного интеллекта в инженерии имеет большой потенциал для улучшения процессов проектирования, производства и управления. Это позволяет сократить затраты, повысить эффективность и создать более инновационные технологии и продукты.

### Список литературы

- 1.Зарипова, Р.С. Особенности и тенденции развития современного инженерного образования / Р.С. Зарипова, О.А. Пырнова. – Текст: непосредственный // Современные исследования социальных проблем. Красноярск: Научно-Инновационный Центр, 2018. – Т.9. – №82. – С. 43-46.
- 2.Зарипова, Р.С. Глобальные тренды современного образования / Р.С. Зарипова. – Текст: непосредственный // NovaUm.Ru. – 2018. – № 13. – С. 232-234.
- 3.Зарипова, Р.С. Современные тенденции информатизации образования / Р.С. Зарипова, С.П. Миронов. – Текст: непосредственный // NovaUm.Ru. – 2018. – №12. – С. 18-19.

УДК 621.878.4

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Артемов Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация: в статье рассказывается о различных видах автоматизации управления фронтальным погрузчиком.*

*Ключевые слова: фронтальный погрузчик, оператор, погрузка, повторение операций, автоматизация*

Автоматизация – это процесс преобразования ручных операций в автоматические процессы с использованием специального программного обеспечения или оборудования. Автоматизация позволяет увеличить продуктивность, сократить затраты и повысить качество выполнения работы.

В настоящее время технологии автоматизации постепенно внедряются в различные области промышленности, системы нивелирования очень актуальны для различных машин. Тренд на упрощение работы оператора подхватили многие производители дорожно-строительной техники. Даже на экскаваторы ставят системы, позволяющие совершать монотонные движения расслабившись, за это отвечает компьютер. Грейдеры оснащают системами 3D-нивелирования для аккуратной и точной планировки. Неужели погрузчик хуже?

Рабочие органы фронтального погрузчика: стрела и ковш – совершают более сложные движения, чем, например, отвал бульдозера или грейдера, работа погрузчика более разнообразна. Поэтому автоматизировать управление работой фронтального погрузчика оказалось сложнее, к тому же планировка – не основной вид работ, для которых предназначены фронтальные погрузчики [1].

Фронтальный погрузчик 644К (рисунок 1), стал первой машиной, на которой появилась опция гибридного привода. То же касается автоматизации.



Рисунок 1 – Фронтальный погрузчик 644К

Из-за важности времени цикла загрузки производители стараются автоматизировать часть повторяющихся операций, помогая оператору быть более эффективными. Поэтому существуют различные виды автоматизации [2].

Виды автоматизации:

- Коробка переключения передач с функцией ShuttleShifting, которая позволяет менять направление движения без использования педали тормоза или сцепления. Всё, что нужно сделать оператору, – изменить направление движения с помощью селектора, а машина сама плавно остановится за счёт понижения передач, после чего активирует движение реверсом.
- Режим «плавающего» ковша. В процессе работы ковш повторяет рельеф поверхности, что позволяет чистить от снега некоторые территории без ущерба для техники.
- Ограничители подъёма и опускания рабочего оборудования. Благодаря этому клиент может настроить нужную ему высоту погрузки и выгрузки, и ковш будет автоматически останавливаться на заданном уровне.
- Автоматическое возвращение ковша из положения разгрузки в положение набора.
- Автоматическое возвращение из левого поворота в правый и наоборот, заменяющим вращение водителем рулевого колеса. Это очень востребовано, когда рабочий цикл состоит из постоянных поворотов.

- Системы автоматического взвешивания устанавливаются на погрузчики, работающие на отгрузке инертных материалов потребителям [3].

Все эти виды автоматизации помогают операторам фронтальных погрузчиков быть более эффективными и снижают нагрузку на них во время работы. Технологии автоматизации постепенно внедряются в различные области промышленности, включая дорожно-строительную технику, чтобы улучшить процессы и повысить производительность. В результате обслуживание становится более удобным и безопасным для использования.

### Список литературы

1. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции. 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138
2. Божанов, А.А. Фронтальные погрузчики: конструкции, виды и расчет: учебное пособие / А.А. Божанов, А. С. Трубин. – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2019. – 60 с. – Текст: непосредственный.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

УДК 621.878.4

### ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

*Артемов Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация: в статье сравниваются различные виды фронтальных погрузчиков, описаны их возможности, а также преимущества в различных сферах применения*

*Ключевые слова: фронтальный погрузчик, маневренность, мини погрузчики, средние погрузчики, тяжёлые погрузчики, преимущество, производительность, безопасность*

Одним из неотъемлемых процессов производства или хозяйства, является погрузка и транспортировка чего-либо. Для этого чаще всего используют фронтальные погрузчики.

Фронтальные погрузчики – это самоходные неподрессоренные машины, относящиеся к подъемно-транспортным машинам. Предназначены

для захвата груза, его подъёма и транспортирования, опускания и освобождения груза. Захват грузов осуществляется погрузчиками без ручного труда рабочих-стропальщиков. Это намного упрощает рабочий процесс.

Некоторые из операций обычно совмещаются полностью или частично. Производительность труда напрямую зависит от квалификации водителя и маневренности машины.

Маневренностью обладают большинство фронтальных погрузчиков, что позволяет им работать на ограниченных площадях и в условиях плотной застройки [1].

Погрузчики имеют множество разновидностей и преимуществ, которые делают их незаменимыми в различных отраслях промышленности и строительства. Их можно разбить на три группы по грузоподъёмности:

Мини фронтальные погрузчики являются одним из самых популярных видов спецтехники благодаря своей универсальности, маневренности и экономичности. Они идеально подходят для работы на небольших строительных площадках, складах и фермах. Кроме того, они просты в обслуживании и не требуют больших затрат на топливо. Грузоподъёмность данного класса составляет от 300 кг до 2 000 кг.

Наиболее распространённая и универсальная техника, которые ассоциируются с понятием мини погрузчик – это, конечно машины с бортовым поворотом (рисунок 1) [2].

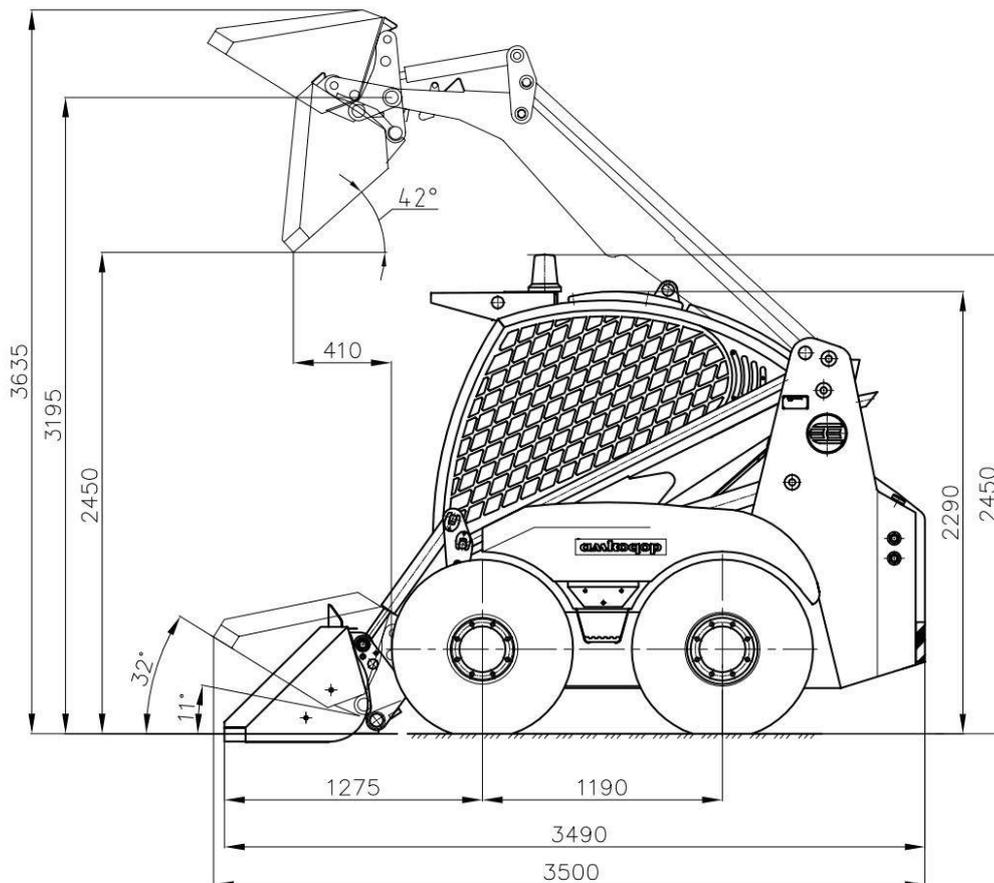


Рисунок 1 – Мини-погрузчик с бортовым типом поворота

Средние фронтальные погрузчики – это универсальные машины, основанием которых является рама, состоящая из двух половин, передней и задней, шарнирно соединённых между собой (рисунок 2).

Данные погрузчики могут использоваться для выполнения различных задач. Они обладают высокой производительностью и значительно большей грузоподъемностью и проходимостью по сравнению с мини-погрузчиками. Их грузоподъёмность составляет от 2 000 до 5 000 кг [3].

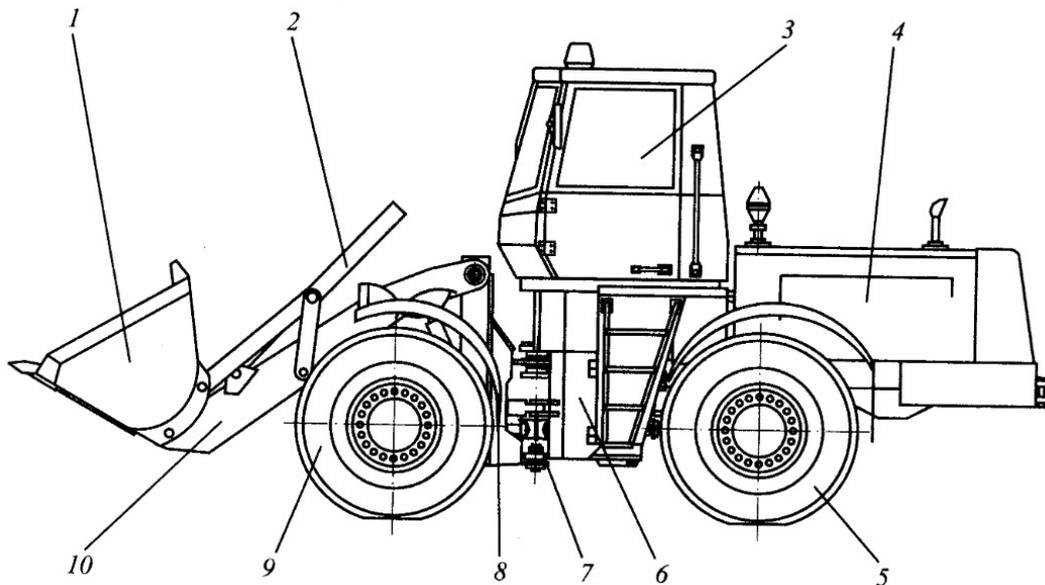


Рисунок 2 – Погрузчик с рамой, состоящей из двух половин, шарнирно соединённых между собой

Тяжелые фронтальные погрузчики конструктивно схожи с погрузчиками среднего класса. Но они колоссально отличаются мощностью и масштабностью. Обычно этот класс используется в горнодобывающей промышленности, строительстве крупных объектов и других отраслях, где требуется перемещение от 5 до нескольких сотен тонн грунта и других материалов. Из-за их больших габаритов, они уже не могут похвастаться такой хорошей манёвренностью, как предыдущие классы погрузчиков [4].

Преимущества фронтальных погрузчиков:

В отличие от рельсовых, пневмоколёсных и гусеничных кранов погрузчики могут перемещаться с грузом на значительные расстояния и обслуживать большие складские и производственные площади. Возможность применения быстро заменяемых грузозахватных приспособлений в сочетании с большой мобильностью, автономностью отсутствием привязки к ограниченному месту, придаёт погрузчикам свойство универсальности.

Универсальность – благодаря своей конструкции, погрузчики способны работать с различными видами грузов и материалов, такими как грунт, песок, щебень и т.д.

Высокая производительность – фронтальные погрузчики могут выполнять большое количество операций за короткое время, что делает их эффективными и экономичными в использовании.

Безопасность – современные фронтальные погрузчики оборудованы системами безопасности, которые предотвращают несчастные случаи и аварии [5].

Таким образом, фронтальные погрузчики являются одним из самых манёвренных, универсальных, производительных, а также безопасных видов спецтехники, которые очень распространены в наше время в различных промышленных сферах.

### Список литературы

1. Бояркина, И.В. Технологическая механика одноковшовых фронтальных погрузчиков: монография / И.В. Бояркина. – Омск: СибАДИ, 2011. – 336 с. – Текст: непосредственный.
2. Базанов, А.Ф. Самоходные погрузчики / А.Ф. Базанов, Г.В. Забегалов. – Москва: Машиностроение, 1979. – 408 с. – Текст: непосредственный.
3. Строительные машины: справочник в 2 т // Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др. / под общ. ред. Э.Н. Кузина. – Т.1. – Москва: Машиностроение, 1991. – Текст: непосредственный.
4. Тарасов, А.Н. Методика проектирования основного ковша фронтального погрузчика / А.Н. Тарасов, И.В. Бояркина, С.В. Озеров, Л.Ю. Парицкая. – Омск: СибАДИ, 2012. – Текст: непосредственный.
5. Божанов, А.А. Фронтальные погрузчики: конструкции, виды и расчет: учебное пособие / А.А. Божанов, А.С. Трубин. – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2019. – 60 с. – Текст: непосредственный.

УДК 621.878.4

### ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сулягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация:* в статье рассказывается об особенностях, преимуществах и применении фронтального погрузчика.

*Ключевые слова:* универсальные автопогрузчики, Ковшовый фронтальный погрузчик, карьерный погрузчик

Фронтальные погрузчики – вид специальной техники, применяемый для разгрузочно-погрузочных, землеройных работ, а также перемещения всевозможных строительных материалов, таких как песок, кирпич, щебень, камень, гравий, земля, глина и т.д. Погрузчики данного типа чрезвычайно востребованы в сфере сельского хозяйства, где их используют для транспортировки кормов, а также разнообразных удобрений. В зимний период такая спецтехника хороша для уборки снежных заметов.

Фронтальный погрузчик представляет собой самоходную машину, предназначенную для погрузки, захвата, подъема, перевоза, укладки строительных и других материалов в отвалы, штабели и в другие транспортные средства. Эти металлические помощники человека могут перевозить на короткие расстояния как сыпучие, так и кусковые материалы, осуществлять земляные работы на грунте [1].

Фронтальный погрузчик – это максимально компактный и малогабаритный вид спецтехники по сравнению со своим старшим братом – экскаватором. Отличительные характеристики современного фронтального погрузчика – небольшой вес и миниатюрный размер. Но, несмотря на столь скромные, на первый взгляд, параметры, фронтальный погрузчик справляется с тяжелейшими грузами. Такая спецтехника неприхотлива в эксплуатации и нетребовательна в обслуживании. Конструкция фронтального погрузчика продумана таким образом, чтобы доступ к рычагам управления был сосредоточен в одном месте, а это очень удобно для водителя. Подобные автопогрузчики обладают высокой маневренностью, которая достигается за счет малого радиуса разворота.

Сегодня в ходе строительства жилого дома сложно обойтись без работ погрузочно-разгрузочного характера. Такие работы – неотъемлемая часть создания промышленных объектов, дорог и многого другого. Механизация сложных погрузочных работ и появление фронтальных автопогрузчиков сделали возможным сооружение наиболее сложных строительных объектов [2].

Преимущества использования фронтальных погрузчиков: универсальность и впечатляющая грузоподъемность данного вида спецтехники позволяют применять её в самых разных областях. Многие фронтальные погрузчики предусматривают возможность использования широчайшего ассортимента навесного оборудования: ковши, вилы, щетки, мочные и поливочные агрегаты, кусторезы, подъемные вышки и т.п.

Современные автопогрузчики оснащены внушающим количеством разнообразных опций и комплектаций. Существуют автопогрузчики, справляющиеся с вертикальной копкой, без чего невозможно, к примеру, вырыть котлован для закладки фундамента здания.

Ковш фронтального погрузчика поднимается и опускается максимально быстро, что позволяет тратить на выгрузку материала минимум

времени. Именно поэтому строительные фирмы, активно использующие фронтальные погрузчики, возводят здания в сжатые сроки.

Маневренность и удивительная устойчивость погрузчиков достигается благодаря уникальной системе управления сразу четырьмя колесами, а также наличию цельной рамы. Чтобы машина развила наибольшую скорость передвижения, рекомендуется использовать передние колеса. Возможность одновременного управления четырьмя колесами помогает машине справляться с высокоточными работами. Все перечисленные характеристики фронтальных погрузчиков делают их функциональными, практичными и незаменимыми помощниками в современном строительстве. Многофункциональность описываемой техники выражается в превосходном сочетании ролей разного рода машин: экскаватора, бульдозера, думпера и планировщика.

Важная область применения фронтальных погрузчиков – добыча полезных ископаемых. Для данных целей идеально подходит техника, которая относится к среднему классу, имеет высокую мощность и оснащена усиленными скальными ковшами, предназначенными для выемки породы. В карьерах малой площади такую технику можно использовать как основное оборудование, а в более крупных – в качестве вспомогательного (удаление наносов, поддержание проходимости дорог и другое).

Виды фронтальных погрузчиков: 1. Универсальные автопогрузчики (общего назначения). Такая техника выполняет работы во всевозможных отраслях сельского хозяйства, а также используется в ходе строительства (разрушение бетонных и каменных конструкций, рытье траншей, бурение отверстий), в промышленности, в коммунальном хозяйстве (уборка территорий от снега, мусора, загрязнений). 2. Фронтальные погрузчики специального назначения. Предназначена данная спецтехника для работы с органическим грузом либо для использования автопогрузчика в особых условиях (к примеру, в шахтах). 3. Ковшовый фронтальный погрузчик – вид автопогрузчика, рабочим органом которого является ковш. Ковшовый фронтальный погрузчик лучший вариант для работ, связанных с уборкой снега и перемещения сыпучих материалов на стройплощадках. Часто такие погрузчики помимо ковша оснащаются еще и экскаваторным и скреперным оборудованием, а также бульдозерными отвалами. 4. Фронтальный карьерный погрузчик – это погрузочно-транспортная самоходная машина с ковшом в качестве рабочего органа, который закрепляется на конце стрелы шарнирно и разгружает грузы вперед. От плотности загружаемых материалов зависит размер ковша, который может быть нормальным, увеличенным и уменьшенным. Помимо ковшей предусмотрено использование иных рабочих органов (вилы, челюстные захваты, крюки и т.д.) [3].

Из выше сказанного следует, что фронтальные погрузчики являются самой универсальной и маневренной техникой, которая сильно упрощает производство, строительство, а также и ведение сельского хозяйства.

### Список литературы

1. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: Ул-ГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: Ул-ГАУ, 2019. – Т. I. – С. 7-10.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: Ул-ГАУ, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

УДК 621.878.4

### ВИДЫ, СТРОЕНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация:* в статье рассказывается о видах, строении и преимуществах фронтальных погрузчиков.

*Ключевые слова:* фронтальный погрузчик, спецтехника, грузоподъемность, ковш, автопогрузчик, технические характеристики, гидромеханическая трансмиссия, эргономика, оператор

Вид спецтехники – фронтальный погрузчик, устройство которого позволяет использовать машину на разгрузочно-погрузочных, землеройных работах, для транспортировки строительного материала. Техника применяется в сельском хозяйстве, для уборки снега зимой, при лесозаготовках.

Деление фронтальных погрузчиков по назначению:

Универсальный – подходит для сельскохозяйственных нужд, промышленности, коммунального хозяйства при уборке скопившегося мусора или снега. Машина применяется в строительной отрасли для рытья траншей, бурения отверстий, разрушения конструкций из камня, бетона. Используется в лесозаготовках при поломках основной техники.

Специальный – спецтехника работает с органическими грузами. Автопогрузчик подходит для особых условий, включая шахты.

Ковшовый – тип с ковшом, помогающий убирать снег или перемещать сыпучие материалы на строительных площадках. Погрузчик дополнен скреперным, экскаваторным оборудованием, бульдозерным отвалом.

Карьерный – является погрузочно-транспортной самоходной машиной с рабочим органом в виде ковша. Последний крепится на стреле, разгружает грузы. Размер ковша связан с плотностью материалов, бывает увеличенного, нормального, уменьшенного типа. Дополнительно техника оснащается крюками, вилами, челюстными захватами.

Строение и характеристики:

Автопогрузчики отличаются от строительной, дорожной техники соотношением показателя грузоподъемности, габаритов ковша к весу машины. Разница достигнута за счет центра тяжести и равномерного распределения веса. У фронтального погрузчика особенности заключаются:

- в заднем расположении двигателя;
- высокой локализации кабины, дающей хороший обзор;
- шарнирно-сочлененной раме, исключением являются отдельные виды агрегатов компактного, миниатюрного типа с бортовым приводом [1];

- находящемся с передней стороны заменяемым ковше, иногда на него навешиваются крюки с вилами;

- 4 крупных колеса с аналогичным диаметром.

Создание автопогрузчиков идет на специальном колесном шасси с единой структурной схемой. Находящийся сзади двигатель выступает противовесом шарнирно-сочлененной раме с углом складывания в 35-40 градусов и ковшу. Мотор колесных машин дизельный, встречаются гибридные, электрические, газовые типы. Модернизации подвергается компактная спецтехника.

В агрегате используется:

гидромеханическая трансмиссия с 3 или 4 диапазонной коробкой передач;

ведущий мост с блокировкой дифференциала;

планетарный колесный редуктор;

жесткая подвеска переднего грузового моста;

балансирная подвеска заднего моста.

Иногда вместо гидромеханической трансмиссии встречается бесступенчатая гидростатическая.

У грузоподъемной стрелы конструкция в виде зигзага или параллелограмма. Первая с большим отрывным усилием применяется при работе с ковшом, вторая – для частной смены рабочего оборудования.

В BST учитывается эргономика места оператора. У кабины круговой тип обзора, регулируемое сиденье, обогрев, вентиляция, подавление шума. Переключение передач автоматизированное. Объем ковша зависит от класса машины: от 0,5 до 17 кубических метров [2].

Плюсы применения автопогрузчиков:

Специальная техника обладает хорошей грузоподъемностью, универсальностью. Большинство фронтальных погрузчиков приспособлены для работы с навесным оборудованием:

- ковшами, вилами;
- щетками, кусторезами;
- моечными, поливочными приспособлениями;
- подъемными вышками.

Устойчивость строительной техники связана с управлением одновременно 4 колесами, цельной рамой. Для максимальной стороны перемещения транспорта используются передние колеса. Автопогрузчик выполняет работу экскаваторов, бульдозеров, планировщиков, думперов. Применение не ограничено, зависит от выбора владельца.

Техника применяется при добыче полезных ископаемых. Технические характеристики помогают работать с выемкой породы при помощи усиленных скальных ковшей. Для карьеров с малой площадью погрузчик используется в роли основного оборудования, а в крупном – выполняет одну-две вспомогательные задачи с удалением наносов, поддержанием проходимости дороги из-за нехватки мощности.

Гусеничные фронтальные одноковшовые модели заняты на погрузке грунта при строительстве. При необходимости специальную технику можно оснащать различными дополнениями (узким, широким ковшом, вилами), помогающими облегчать разгрузку материалов.

Фронтальные погрузчики удобны в лесозаготовительной, лесоперерабатывающей отрасли. Подходят для транспортировки круглого пиломатериала длиной в 4 м и на расстояние не больше 400 м. Оборудование сокращает время на погрузку и число маневров, повышает производительность.

Фронтальные погрузчики являются надежным и многофункциональным оборудованием, которое находит применение в различных сферах строительства, добывающей промышленности, лесозаготовке и других отраслях. Их устойчивость, высокая производительность и возможность оснащения различными дополнениями делают их неотъемлемой частью рабочего процесса. Важно правильно выбрать модель и оснащение погрузчика в соответствии с поставленными задачами, чтобы обеспечить эффективную работу и экономию времени и ресурсов [3].

### Список литературы

1. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138

2. Божанов, А.А. Фронтальные погрузчики: конструкции, виды и расчет: учебное пособие / А.А. Божанов, А.С. Трубин. – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2019. – 60 с. – Текст: непосредственный.

3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I – С. 3-6.

**УДК 621.878.4**

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КОЛЁСНЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** в статье рассказывается о конструктивных особенностях и технических характеристиках колёсных фронтальных погрузчиков.*

***Ключевые слова:** фронтальный погрузчик, спецтехника, ковш, мощность, грузоподъемность, импортные модели, российские производители, китайские фирмы*

Колёсный фронтальный погрузчик, оснащенный ковшом, относится к типу спецтехники высокой востребованности. Его ценят за многофункциональность. Данная спецтехника широко используется на погрузочно-разгрузочных работах, вне зависимости от вида груза: штабелированный, кусковой или сыпучий. Для увеличения функциональности он может оборудоваться сменными рабочими органами: вилчатыми или челюстными захватами, крановым крюком. Большинство фронтальных погрузчиков имеют ковши емкостью от 0,1 до 20,0 м<sup>3</sup>, мощность двигателя 10 – 700 кВт, высоту подъема груза 2,5 – 4 м, транспортные скорости до 12 км/ч для гусеничных и до 50 км/ч для колесных машин. Но это далеко не предел. LeTourneau L-2350, с двигателем мощностью 2300 л.с. и ковшом объемом 53 куб. ярда (около 48 м<sup>3</sup>), входящий в пятерку самых крупных погрузчиков мира, способен поднять 75 т породы на высоту 13,7 м (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Фронтальный погрузчик LeTorneau L-2350

Выбирая фронтальный погрузчик, следует учитывать, что на степень заполнения ковша влияют два показателя: ширина зева и угол запрокидывания. Первый определяется мощностью машины. Второй зависит от размеров гидроцилиндров и типа поворотного механизма (Z или H), и находится в диапазоне  $34^{\circ}$  –  $53^{\circ}$ . Z-образный механизм обеспечивает более мощное усилие отрыва, а H-образный увеличивает угол запрокидывания. Фронтальный погрузчик – это машина не обязательно отечественного производства. Значительную часть рынка погрузочной техники занимают импортные модели, которые используются, в основном, в мегаполисах и крупных аграрных компаниях. Ведущими производителями являются «Дормаш», «ЧСДМ», ЧТЗ-Уралтрак и «Петербургский тракторный завод» (Россия), Амкодор (Белоруссия). Среди зарубежных моделей можно арендовать фронтальный погрузчик Hitachi, Komatsu (Япония), Dressta (Польша), Volvo (Швеция), Caterpillar (США), Liebherr (Германия), Manitou (Франция), Fiat-Hitachi (Италия) и т.д. В последние годы рынок завоевали китайские фирмы: XCMG, SDLG, Longgong, Changlin, LiuGong, Foton, Yutong, Cheng Gong и другие. Перевозка груза на небольшие расстояния также входит в перечень освоенных фронтальным погрузчиком технических операций. Он покорила коммунальщиков, исполнителей земляных работ, строителей и сельхозпроизводителей. Российские машиностроители оказались перед фактом необходимости разработки собственных моделей колёсного фронтального погрузчика. А пока существенную долю отечественного рынка охватили зарубежные производители универсальной спецтехники [2].

Фронтальные погрузчики являются незаменимой спецтехникой для погрузочно-разгрузочных работ различного вида грузов. Они обладают высокой функциональностью и широким спектром возможностей, что делает их востребованными как в городских условиях, так и на производственных площадках. Рынок представлен как импортными моделями, так и отечественными производителями, которые постепенно наращивают свою

долю. Китайские фирмы тоже становятся все более активными на этом рынке. С учетом постоянного развития технологий и увеличения требований к технике, можно ожидать дальнейшего роста популярности и улучшения характеристик колесных фронтальных погрузчиков [3].

### Список литературы

- 1.Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
- 2.Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I – С. 7-10.
- 3.Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I – С. 3-6.

УДК 621.878.4

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сулягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация: в статье проведён сравнительный анализ производительности гусеничных и колёсных погрузчиков.*

*Ключевые слова: фронтальный погрузчик, надёжность, стабилизация, платформа*

Фронтальные погрузчики применяются для обработки широкого спектра сыпучих материалов и насыпных грузов. Они используются на карьерной добыче нерудных материалов и угля, могут эксплуатироваться для выполнения различного рода земельных работ, применяются в сфере коммунального обслуживания и т. д. Производители стремятся обеспечить сочетание максимальной надежности и функционала, создав вместе с тем универсальные производственные машины. Однако разделить весь класс этой техники можно на две основных категории: колесные и гусеничные (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Фронтальный погрузчик на гусеничной платформе



Рисунок 2 – Фронтальный погрузчик на колёсной платформе

Рассмотрим подробнее отличия двух типов платформ, а также их преимущества при эксплуатации в полевых условиях [1].

**Преимущества гусеничных погрузчиков.**

Как понятно из названия класса, фронтальные погрузчики данного типа отличаются наличием у них гусеничной платформы в качестве ходового элемента, обеспечивающего передвижение по местности. Стоит заранее уточнить, что распространенность подобной техники довольно ограничена в силу ее специфических эксплуатационных характеристик, что уже говорит о достаточно узком профиле применения. На практике спецтехника, оснащенная гусеницами, незаменима в условиях плохого состояния покрытия. Она может применяться на объектах, где выполняется масштабный демонтаж или снос конструкций, а также в условиях нестабильных грунтов. К достоинствам можно отнести следующее:

- Высокая маневренность, свойственная гусеничной технике, позволяющая проводить разворот на месте;
- Надежность, характерная опять же для данного типа платформы;
- Эффективная стабилизация положения при выполнении работ благодаря смещенному вниз центру тяжести.

Недостатки.

Помимо преимуществ, гусеничные погрузчики имеют и определенные недостатки. В первую очередь это связано с ограниченностью и сложностью их применения. Они подходят для работы в полевых условиях, а для транспортировки с одного объекта на другой нуждаются в перевозке при помощи специальных тралов и грузовых платформ. Скорость работы также не всегда находится на эффективно высоком уровне, что отражается и на производительности [2].

Преимущества колесных погрузчиков.

Фронтальные погрузчики колесного типа получили наиболее широкое распространение благодаря мобильности и универсальности платформы. Данный тип ходовой обеспечивает эффективное передвижение по самым разным видам покрытий, включая стабильные и нестабильные грунты, каменистые отсевы, твердые бетонные и асфальтовые покрытия. Кроме того, система управления техникой достаточно проста и более схожа со стандартными автомобилями, что значительно упрощает обучение персонала и повышает точность, безопасность работ. Фронтальные погрузчики колесного типа представлены в широком ассортименте моделей, от компактных складских, грузоподъемностью от 700 кг, до мощных промышленных машин грузоподъемность которых достигает 5 тонн и более. К достоинствам спецтехники можно отнести следующее:

- хорошие показатели маневренности, есть модели, имеющие шарнирную сцепку с передней осью, позволяющей проводить разворот на небольшой площадке;
- универсальность платформы, обеспечивающая возможность передвижения и применения практически на всех видах покрытий, а также ограниченного самостоятельного перемещения по дорогам общественного пользования;
- простота обслуживания благодаря меньшему количеству деталей и в целом более простой конструкции привода.

Недостатки.

Фронтальные погрузчики колесного типа практически лишены недостатков. Данная техника разрабатывается под профессиональные нужды, будь то работа в карьерах, на складах или в городских условиях при выполнении задач, касающихся коммунального обслуживания. Технологии, используемые при изготовлении данной спецтехники, регулярно совершенствуются, поэтому современные модели сочетают в себе надежность, долговечность и простоту в эксплуатации.

Сравнительные характеристики.

Сравнивать спецтехнику по классам достаточно сложно, так как преимущества и недостатки будут не слишком очевидны, намного проще говорить о сравнении конкретных моделей, сопоставимых по бюджету или производительности. Если же говорить об общем сравнении преимуществ и недостатков, то ситуация такова:

- Маневренность – оба типа платформ имеют свои преимущества и неплохо адаптированы для работ;
- Проходимость – преимущества на сложных грунтах на стороне гусеничной техники, но и колесные погрузчики имеют хорошие ходовые характеристики, кроме того, могут самостоятельно перемещаться по дорогам общественного пользования;
- Надежность и ремонтпригодность – перевес у колесных платформ в силу простоты технического сопровождения;
- Стоимость – колесные модели опять же дешевле при схожих параметрах производительности [3].

Таким образом, при выборе спецтехники для организации рабочего процесса рекомендуется отдавать предпочтение колесным моделям фронтальных погрузчиков. Они надежны и просты в эксплуатации, а зачастую еще и стоят значительно дешевле.

### Список литературы

1. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 7-10.
2. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.) – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ:  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ**

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматривается популярность моделей фронтальных погрузчиков с шарнирно-сочлененной рамой, оснащенных управляемыми колесами или гусеничным шасси. Описывается различие в месторасположении двигателя и кинематические схемы рычажной системы. Автор указывает на важность уделяемого внимания эргономике рабочего места, сохранению окружающей среды и внедрению электронных систем управления.*

***Ключевые слова:** фронтальные погрузчики, шарнирно-сочлененная рама, управляемые колеса, гусеничное шасси, эргономика, электронные системы управления*

Наибольшей популярностью пользуются модели фронтальных погрузчиков, которые имеют шарнирно-сочлененную раму. Они эффективны, обеспечивают максимальный обзор водителю, обладают высокой маневренностью и производительностью. Такая техника отличается надежностью и долговечностью. Помимо этого, есть возможность производить унификацию мостов. Востребованы и фронтальные погрузчики, оснащенные полностью управляемыми колесами. Однако такое преимущество характерно лишь для агрегатов, передвигающихся посредством гусеничных шасси. В моделях же с колесной базой такая функция отсутствует, так как способствует скорому износу протектора. Из плюсов можно выделить высокую маневренность, что позволяет работать в особо стесненных условиях. Существуют погрузчики, оборудованные лишь парой управляемых колес. Такой функцией обладают, как правило, устаревшие модели или агрегаты, монтируемые на базе серийных тракторов [1].

Месторасположение двигателя:

Здесь существует два типа погрузчиков – с передним и задним расположением движка. Первый вариант характерен для моделей, базирующихся на серийных тракторах. Во втором случае имеется преимущество – функционируя, движок не заслоняет оператору обзор, а также выступает в качестве противовеса всей конструкции погрузчика. Кинематическая схема рычажной системы:

Самой распространенной и эффективной на сегодня считается перекрестная кинематическая схема. Она способна обеспечить оптимальное соотношение скоростных и силовых характеристик [2].

Также существуют смешанная и параллелограммная кинетические схемы. Ими оборудуются рычажные системы в том случае, если установка перекрестной не представляется возможной. Представленная выше спецтехника определяет тенденцию развития современного мирового машиностроения. Очевидно, что производитель, прежде всего, ориентируется не только на запросы потребителя. Принимается во внимание тенденция к сохранению окружающей среды. Уделяется немалое внимание эргономике рабочего места оператора: комфорт, удобство, соответствие нормам безопасности и охраны труда. Наиболее важным становится информационный аспект. Очевидно, что внедрение электронных и автоматических систем управления неизбежно. Это является лишь вопросом времени [3].

Развитие современных фронтальных погрузчиков включает в себя улучшение технических характеристик, повышение эффективности и безопасности работы оператора. Ориентация производителей на обеспечение комфорта и удобства оператора, а также уважение к окружающей среде через современные технологии и инновации, определяют тенденцию развития данного сегмента спецтехники.

### **Список литературы**

1. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 7-10.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

УДК 621.878.4

## КОЛЁСНЫЙ ФРОНТАЛЬНЫЙ ПОГРУЗЧИК JOHN DEERE 844К-II: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

*Артемьев Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** статья представляет новый колёсный фронтальный погрузчик John Deere 844К-II, созданный с учётом мнения владельцев спецтехники и обеспечивающий высокую производительность при выполнении различных задач. Описание основных характеристик, возможностей и особенностей модели.*

***Ключевые слова:** John Deere, колёсный погрузчик, 844К-II, производительность, технологии, управление, надёжность, эффективность*

При создании нового колёсного фронтального погрузчика в John Deere использовали обратный подход, руководствуясь мнением владельцев и прямых эксплуатантов спецтехники. Наиболее интересные и перспективные идеи были воплощены в новой модели погрузчика John Deere 844К-II (рисунок 1) [1].

На выходе получилась сверхмощная конструкция, способная к высокопроизводительному решению большинства типов задач во всех отраслях экономики, включая строительную. К этому располагают усиленные мосты, оснащённые планетарным редуктором, усовершенствованная система автоблокировки дифференциалов, расширенный контроль скольжения колёс передней оси. Устойчивость фронтальному погрузчику придают низкопрофильные шины Bridgestone 875/65 R 29, ширина колеи которых составляет 2,44 [2].



Рисунок 1 – Фронтальный погрузчик John Deere 844К-II

Специально для данной версии была смоделирована кабина ROPS. Её каркасу не страшны повышенные нагрузки вплоть до 40 тонн. Максимальная грузоподъёмность погрузчика не превышает 21,6 тонн при общем весе машины 34 тонны. При этом, объём основного ковша равен 5,5 м куб. За скорость движения колёсного погрузчика в качестве опциональной системы отвечает пятискоростная электронная адаптивная трансмиссия SmartShift, которая обеспечивает плавное переключение скоростей. Все показатели движения и сопутствующей нагрузки выводятся на дисплей. Заказчик может повлиять на выбор способа управления: джойстик или руль. Работа многодисковых тормозов страхуется стояночным тормозом, выполненным по способу пружинной активации [3].

Колесный фронтальный погрузчик John Deere 844К-II представляет собой мощное и надёжное оборудование, способное эффективно выполнять различные задачи в различных отраслях. Уникальные технологии и инновационные решения делают эту модель отличным выбором для профессионалов, нуждающихся в высокой производительности и надёжности в работе.

### Список литературы

1. Евграфова, В. Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
2. Божанов, А. А. Фронтальные погрузчики: конструкции, виды и расчет: учебное пособие / А.А. Божанов, А.С. Трубин. – Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2019. – 60 с. – Текст: непосредственный.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск, 2019. – Т. I. – С. 3-6.

УДК 621.878.4

### ФРОНТАЛЬНЫЙ ПОГРУЗЧИК В БОРЬБЕ ЗА РЫНОК

*Артемов Максим Викторович, студент-специалист  
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

*Аннотация: в статье рассматривается количество производимых фронтальных погрузчиков по сравнению с иностранными производителями в России.*

*Ключевые слова: фронтальные погрузчики, одноковшовые погрузчики, грузоподъемность, модели*

Колёсные фронтальные одноковшовые погрузчики – это высокоэффективные машины, применяемые в различных отраслях: городском хозяйстве, промышленном и гражданском строительстве, дорожном хозяйстве, добыче нефти, газа и рудных полезных ископаемых в карьерах и др. Столь широкое применение погрузчиков обусловило необходимость разработки широкого типоразмерного ряда машин грузоподъемностью от 0,2 до 50 тонн.

Эксперты приводят данные статистики, где среди всех видов строительно-дорожных машин рынок погрузчиков занимает лидирующие позиции (второй после экскаваторов) в натуральном и денежном выражении. По расчётам ЧТЗ, за прошедшие пять лет российский рынок погрузчиков суммарно превысил 35 000 единиц, 175 миллиардов рублей. Ведущие позиции на российском рынке занимают китайские производители (присутствуют более 100 брендов с долей рынка более 80%), на втором месте утвердились так называемые «западные» производители (примерно 30 брендов с долей рынка около 12%), на третьем – российские и белорусские марки (максимум до 10 участников с долей рынка до 7% в натуральном выражении).

К слову, только у китайского бренда LiuGong модельный ряд для рынка РФ представлен одиннадцатью моделями четвёртого поколения фронтальных погрузчиков серии Н [1].

Внутри каждой модели имеются подкатегории, различные по комплектации, нацеленные на разный спрос от бюджетного до самого взыскательного, а также отличающиеся региональной направленностью для соответствия требованиям различных рынков.

Российским производителям, собственно, и нечем биться за рынок. Модели отечественного производства можно по пальцам пересчитать. Тем более что у некоторых компаний ещё сильна зависимость от импортных комплектующих, и им требуется время на локализацию или замену от поставщиков из других стран [2].

Одну модель погрузчика грузоподъемностью 3 тонны изготавливает «Завод дорожных машин» из г. Рыбинска. Одну модель погрузчика в сегменте 5 тонн выпускает «ОМГ СДМ». Петербургский тракторный завод второй год присутствует на рынке с погрузчиком грузоподъемностью 7 тонн. Все перечисленные производители пока выпускают машины небольшими сериями. Компания «ДСТ-Урал» из Челябинска только начала производство погрузчика грузоподъемностью 5 тонн.

Несколько лучше ситуация у белорусского «Амкодор», имеющего сборочное предприятие на территории РФ, в городе Брянске. Модельный ряд погрузчиков «Амкодор» представлен на российском рынке сразу в

трёх сегментах: 3, 4 и 5 тонн. А доля бренда на рынке в 2020 году достигла 8%.

Ситуация осложнена отсутствием серийного производства коробок передач и ведущих мостов для погрузчиков. Покупка импортных, в том числе китайских, комплектующих не позволяет достичь конкурентоспособности. В КНР освоили массовое производство гидромеханических коробок передач и ведущих мостов немецкой фирмы Zahnrad Fabrik и после этого стали лидерами на рынке погрузчиков.

Кроме того, китайские игроки, как правило, прибегают к демпинговому импорту (реализуют товар в России по ценам, которые ниже по сравнению с ценами, действующими внутри Китая), что также позволяет им удерживать лидерство на рынке [3].

Для перелома ситуации и для выхода на большой рынок фронтальных погрузчиков, как считают в ЧТЗ, необходимо наладить отечественное производство конкурентоспособных трансмиссий, а также усилить государственную поддержку отрасли, в том числе увеличить ставки утилизационного сбора на дорожно-строительную технику.

### Список литературы

1. Евграфова, В.Л. Мощностные показатели трактора / В.Л. Евграфова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции (23-24 мая 2018 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III. – Ч. 1. – С. 136-138.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы фронтального погрузчика / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I. – С. 7-10.
3. Авдеев, А.А. Классификация фронтальных погрузчиков / А.А. Авдеев, А.В. Киреев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы III Международной студенческой научной конференции (22-23 мая 2019 г.). – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Т. I- С. 3-6.

**УДК 677.11**

### **ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ШТАПЕЛИРОВАНИЯ ЛЬНОСЫРЬЯ**

*Бабкин Алексей Иннокентьевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: в статье обозначена роль льноводства как важнейшей отрасли сельского хозяйства, также представлен обзор технологий для штапелирования льносырья.*

*Ключевые слова* лен-долгунец, льнотреста, льнолента, штапелирование волокна

Льноводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства нашей страны. Лен является системообразующим в сельском хозяйстве, текстильной, швейной, пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности, а также в строительной индустрии и производстве целлюлозы для изготовления продукции оборонного назначения [1-7].

Известно, что наиболее важными факторами рентабельной работы предприятий первичной переработки льна является повышение производительности оборудования и повышение качества выпускаемого продукта.

Анализируя с этих позиций оборудование первичной переработки для штапелирования льносырья, выявлено, что оно недостаточно производительное. Кроме того, в основу его положено двухстороннее воздействие на волокна в двух плоскостях, что подразумевает наличие двух и более рабочих органов, а значит сложность, ненадежность конструкции, большая металло-энергоёмкость, и как следствие высокая цена.

Эффективной технологией штапелирования волокна является та, которая может ликвидировать наиболее длинные технические волокна, их утонить и подготовить к очистке от костры. В итоге она должна получать волокно с увеличенным содержанием волокон необходимой длины при максимальной их очистке от костры и не целлюлозных примесей.

Интерес к использованию штапелированного (модифицированного) льна и пеньки в хлопчатобумажной, шерстяной, шелковой и других отраслях текстильной промышленности постоянно возрастает. Об этом свидетельствует многообразие текстильных организаций, занимающихся производством и разработкой оборудования для получения модифицированного волокна: университет технологии и дизайна (Санкт-Петербург); технологический университет (Кострома); КНИИЛП; ООО «Промтекс» (Кострома); ОАО «Легмашдеталь»; ПО «Ивчесмаш»; ОАО «Завод им. Г.К. Королева» (Иваново); АО НИЭКИПмаш (Пенза); ОАО «Кузтекстильмаш»; ООО ИПФ «ТексИнж» (Иваново), а также зарубежные фирмы «LAROCHE» (Франция), «Temaфа» (Германия), «Trutzschler» (Швейцария) «Ritter» (Англия), ГНУ ВНИИМЛ (Тверь) и др.

Существуют технологии штапелирования волокна: химическая; физико-химическая; механическая и биохимическая. Основная их задача – это получение котонина с незначительной засоренностью, малым содержанием пуховой фракции, с линейной плотностью близкой к линейной плотности волокна, с которым лён смешивается.

На рисунке 1 представлены известные методы штапелирования (модификации) волокна по механической технологии: разрыв, поперечное расщипывание, высокоскоростное продольное расщипывание и резка (руб-

ка). Разность в длине отдельных волокон, полученных по указанным способам, составляет 2-3 мм.

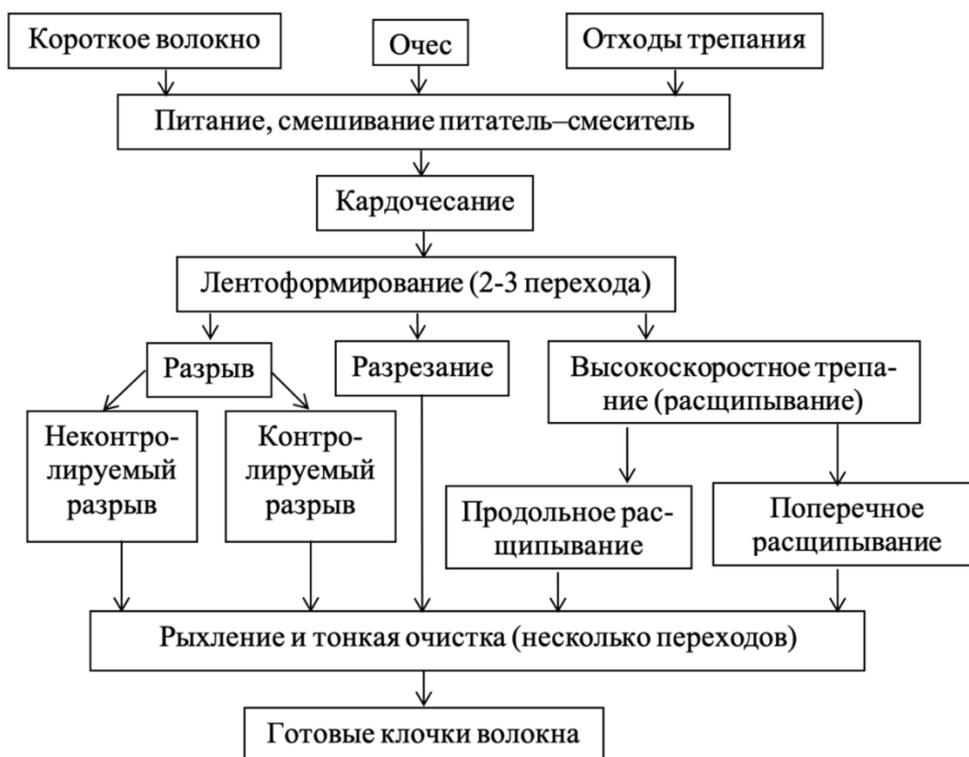


Рисунок 1 – Методы штапелирования (модификации) волокна по механической технологии

Существуют основные требования к продукту, например, в таблице 1 представлены требования для котонизированного волокна.

Таблица 1 – Содержание льноволокна различной длины, линейная плотность и массовая доля костры

Волокна длиной, мм	Содержание, %
35÷36 (средняя массодлина или средневзвешенная длина, требуемая для прядения)	70÷75, не менее
45÷50	5÷6, не более
0÷15 – пуховой группы	20÷25, тоже самое
Линейная плотность, текс	1,0÷1,2, не более
Массовая доля костры (засоренность, (содержание костры), %)	5, не более

По ОСТ 8178/899-1935. Длина волокон льна (пеньки), мм, не более: с хлопком – 40; с шерстью – 45-50, с шелком – 60.

Существуют технические условия на модифицированное волокно. Увеличение содержания волокон длиннее 50 мм и неравномерности по длине снижают прядильную способность перерабатываемой смеси.

В зависимости от того, в какой продукт далее будет переработан катонин, изменяется требование по массовой доле костры в нем. Так допускается массовая доля костры: для получения льняной ваты, объемного утеплителя – не более 5%, для пороха – не более 1%.

Сырьем для производства штапелированного волокна является волокно льняное короткое №2, 3, 4, 6; однотипное волокно; пенька короткая или путанная, отходы трепания.

Существует значительное количество способов модификации, технологического оборудования и экспериментальных (макетных установок), обладающих как достоинствами, так и недостатками.

Широко распространена технология штапелирования волокна с использованием подготовки короткого волокна в кардочесальных и ленточных машинах, которая позволяет на стадии подготовки эффективно разволокнить продукт.

Явно не превалирует какой-либо способ механического штапелирования, примерно в равной степени применяются разрыв, резка и высокоскоростное поперечное расщипывание волокна.

Основными недостатками разрыва волокна (в зажатом состоянии) является необходимость его многократного повторения (от 2 до 8 раз), что приводит к удорожанию обработки и отрицательно сказывается на качестве продукта (увеличение угаров, повреждаемости волокон, снижение длины волокна).

В отличие от разрыва, метод резки позволяет получить заданную длину волокон, но не обеспечивает получение тонких волокон, то есть продукт характеризуется жесткостью, недостаточной тониной, концы волокон не имеют природной суживающейся заостренной формы, что немало важно для процесса прядения, поэтому иногда катонин низкого номера. Данный метод позволяет осуществлять штапелирование только по длине, но не по толщине.

### **Список литературы**

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 84-92.
3. Патент 2524265. Российская Федерация. Устройство для сушки рулонов льна: №2012152685/13: заявл. 06.12.2012: опубл. 27.07.2014 / Р.А. Шушков,

Д.Ф. Оробинский, Н.Н. Кузнецов, В.Д. Попов, А.В. Зыков, А.Н. Власенков. – 7 с. – Текст: непосредственный.

4. Шушков, Р.А. Пункт досушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: материалы Международной научно-практической конференции: 100 лет в диалоге с наукой. 2013. – С. 134-136.

5. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Международный агроэкологический форум: материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 141-146.

6. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.

7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

**УДК 636.084.74**

## **ИННОВАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЗИРОВАННОЙ РАЗДАЧИ КОРМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Баско Данил Олегович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** техническое решение описывает устройство для дозированной раздачи сухих и влажных кормосмесей в сельскохозяйственном производстве, предназначенное для агропромышленного комплекса. Устройство включает в себя цилиндрический бункер с подающими лопатками в форме крыла, установленными на валу с возможностью вертикального перемещения. Однако, минусами данного устройства являются ограничения в раздаче кормов низкой текучести и влажных кормосмесей. Для устранения этих недостатков предложено техническое устройство*

*с подвижным днищем, установленным на оси гидроцилиндра, что позволяет эффективно раздавать различные типы корма. Предложенное решение обеспечивает однородное дозирование кормов и удобство в использовании, а также подчеркивает важность безопасности и надежности устройства при эксплуатации. Дальнейшая оптимизация конструкции и проведение дополнительных исследований могут способствовать улучшению работы устройства и его широкому применению в сельском хозяйстве*

**Ключевые слова:** *подвижное днище, плохая текучесть, различный тип корма, корм, цилиндрический бункер, раздача кормов*

Сельскохозяйственное производство постепенно увеличивает влияние на экономическое развитие не только конкретных регионов, но и России в целом. Анализ эффективности производства, технологий и методов хозяйствования, применяемых на ведущих предприятиях, позволяет сформировать тренд развития, являющийся ориентиром для предприятий с более низким уровнем эффективности производства [1, 2]. Совершенствование способов приготовления и раздачи кормов одно из важнейших направлений повышения эффективности молочного животноводства [3-5].

Техническое решение относится к агропромышленному комплексу, а именно к устройствам для дозированной раздачи сухих и влажных кормосмесей в сельскохозяйственном производстве. Существует устройство кормораздатчика, включающее в себя цилиндрический бункер с подающими лопатками в форме крылача, установленными на валу с возможностью вертикального перемещения. Крылач, вращаясь, подает корм на выгрузные вертикальные шнеки, направляющие корм в кормушку

Минусами данного устройства являются невозможность раздачи кормов низкой текучести, например, измельченные сено, а также влажных кормосмесей с влажностью от 30% до 70%. Это связано с тем, что крылач, установленный на валу, не может захватывать корм вращении и при соприкосновении с уплотненной массой. Если не оказывать на крылач принудительного воздействия, корм не будет подаваться.

Существует известное устройство, которое считается прототипом данной конструкции. Оно включает в себя цилиндрический бункер с подающими лопатками в форме крылача и подвижным днищем, установленным на оси. Подвижное днище выполнено в виде гидроцилиндра, при этом шток гидроцилиндра жестко закреплен под днищем бункера, а поршень связан с днищем для выполнения возвратно-поступательного движения. При подаче кормосмеси подвижное днище с кормом перемещается вверх при помощи поршня гидроцилиндра, и подающие лопатки сбрасывают заданную порцию кормосмеси в кормушку через выгрузное окно. Изначально данный механизм имеет некоторые недостатки, однако все они могут быть устранены при оптимизации конструкции. Возможно, стоит рассмот-

реть варианты усовершенствования, такие как изменение формы подающих лопаток для более эффективной работы с различными типами корма или использование других приводных механизмов для обеспечения надежности и точности дозировки. Также, при проведении дополнительных исследований и экспериментов, можно определить наилучшие параметры работы устройства для различных типов корма и обеспечить его более широкий спектр применения. Значительное внимание следует уделить также вопросам безопасности при работе устройства, в том числе предусмотреть системы защиты от возможных поломок или поломок, которые могут возникнуть во время эксплуатации. Это поможет предотвратить возможные неприятные ситуации и обеспечить надежность и долговечность устройства.

Техническое устройство позволяет раздавать корма повышенной влажности, но раздача кормов плохой текучести также затруднительна, потому что нижняя кромка подающих лопаток ровная и не способствует захвату частиц корма, например, сена, сенажа, силоса [6-10].

Предложенное техническое устройство предоставляет решение проблемы сохранения работоспособности при раздаче кормов с плохой текучестью и содержащих измельченные частицы сена, сенажа, а также силоса.

Устройство для дозированной подачи кормов функционирует следующим образом: начиная с загрузки кормосмеси в бункер, который может быть установлен на колесном шасси или присоединен к гидросистеме трактора. При раздаче корма в кормушки, активируются механизм подачи лопаток и гидропривод подъема днища с кормом. Подвижное днище с кормом поднимается вверх с помощью гидроцилиндра. Подающие лопатки используют ножи для захвата корма и его дозированного сброса в кормушку через выгрузочное окно. Когда подвижное днище достигает предельной позиции, процесс раздачи завершается, и подвижное днище возвращается в исходное положение, затем бункер снова заполняется для следующей последовательной раздачи корма.

Предложенное техническое решение для дозированной раздачи кормов дает возможность эффективно работать с различными типами корма: сухими (концентраты собственного и промышленного производства), влажными (кормосмеси из корнеплодов, концентратов, травяной муки и минеральных добавок), а также с кормами, которые имеют плохую текучесть (измельченные составляющие, такие как сено, солома, сенаж или силос). Данное устройство обеспечивает однородное дозирование кормов и обеспечивает удобство в использовании.

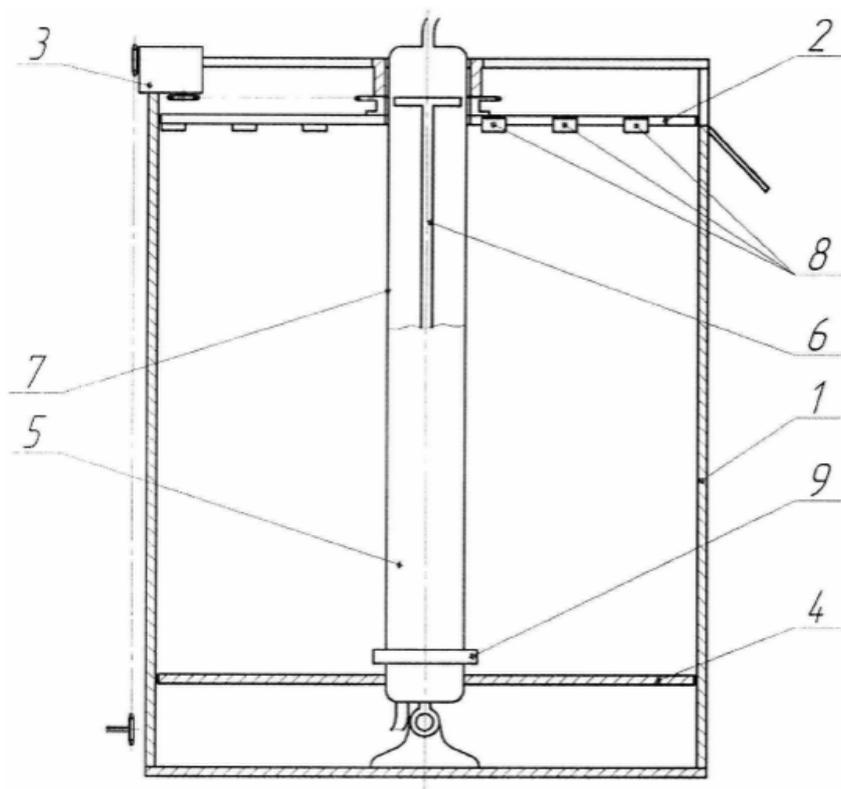


Рисунок 1 – Устройство для дозированной раздачи кормов

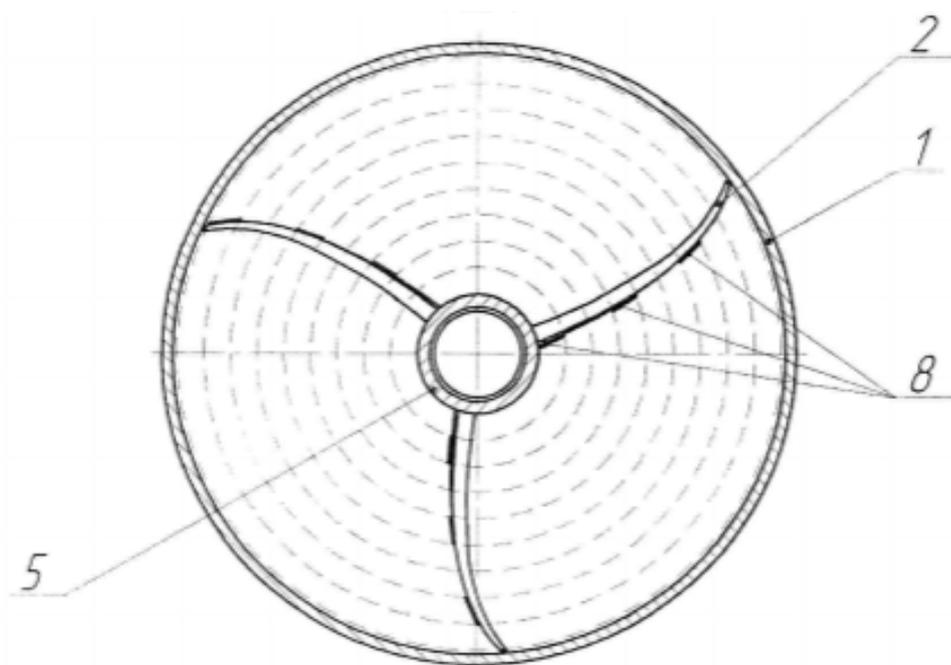


Рисунок 2 – Устройство для дозированной раздачи кормов

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. Комплексный подход при решении проблемы кормообеспечения в Вологодской области / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – №1. – С. 14-19.
2. Киприянов, Ф.А. Результаты группировки сельскохозяйственных предприятий Вологодской области по показателям производства молока / Ф.А. Киприянов, П.А. Савиных. – Текст: непосредственный // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 95-102.
3. Результаты экспериментальных исследований микронизации зерна ржи / П.А. Савиных, А.Ю. Исупов, Ф.А. Киприянов, А.В. Палицын. – Текст: непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 6 (121). – С. 26-36.
4. Киприянов, Ф.А. Влияние микронизации на свойства фуражного зерна / Ф.А. Киприянов, П.А. Савиных. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2023. – № 1 (61). – С. 16-23.
5. Савиных, П.А. Термическая обработка зерна как способ повышения его усвояемости / П.А. Савиных, А.Ю. Исупов, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 2. – С. 31-40.
6. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
7. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
8. Патент на полезную модель № 164742 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016103457/13: заявл. 02.02.2016 опубл. 10.09.2016 / В.И. Литвинов, Н.И. Кузнецова, В.А. Сухляев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
9. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И.В. Зефилов, Н.И.

Кузнецова, А.И. Паутов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

10. Патент на полезную модель № 184502 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Устройство для доения: № 2018117068: заявл. 07.05.2018: опубл. 29.10.2018 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, И.А. Коряковский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

**УДК 62.771**

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ**

*Баско Данил Олегович, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** данная статья описывает разработку универсального устройства для запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя. В тексте представлено новое приспособление, для создания усилия запрессовки на гильзу. Автор сравнивает это устройство с гидравлическими прессами, указывая на сложности использования прессов в данном процессе. Так же описывается прототип устройства, который имеет свои недостатки. Предлагаемое приспособление позволяет запрессовывать гильзы разной длины без необходимости кантования блока, что уменьшает технологическое время на восстановление блока и снижает риск травм при работе. Главная идея статьи заключается в разработке устройства, которое обеспечивает эффективную и безопасную установку гильз разной длины в блок цилиндров двигателя, устраняя недостатки существующих методов с помощью инновационного подхода к приспособлению.*

***Ключевые слова:** блок цилиндров двигателя, восстановление блока, прессование гильз, верхняя опора, нижняя опора, гильза*

Повышение эффективности ремонтно-обслуживающих воздействий является одной из составляющих эффективного развития сельскохозяйственного производства [1-7]. Разработка технических устройств, обеспечивающих снижения трудоемкости конкретных ремонтных операций, позволит повысить качество капитального ремонта [8-10]. Нужное техническое решение относится к области машиностроения и ремонтного произ-

водства и, может быть, применена для сборки узлов, к примеру, для прессования гильз в блок цилиндров двигателя при восстановлении блока способом запрессовки «сухих» гильз или при замене «мокрых» гильз. Предлагаемое приспособление состоит из винта, в нижней части которого закреплено кольцо разъемным либо неразъемным соединением, к примеру, сваркой. В кольцо свободно установлен валик, длина которого больше расстояния меж примыкающими постелями блока для коренных подшипников коленчатого вала мотор и закрывает их. Кроме того, в набор устройства входят: верхний упор в виде диска, поперечник которого больше внешнего поперечника запрессовываемой гильзы; упорный подшипник; шайба и гайка, которая накручивается на винт для создания усилия запрессовывания гильзы через подшипник и верхнюю опору с учетом упора валика в плоскость постелей блока через кольцо. Устройство является универсальным прибором для запрессовывания гильз разной длины в блок цилиндров двигателя без смены установки и перемещения блока, что не только уменьшает технологическое время на восстановление блока, но и уменьшает риск производственных травм при перемещении.

Техническое устройство относится к области машиностроения и ремонтного производства и может быть использована для сборки узлов, к примеру, для прессования гильз в блок цилиндров мотора при восстановлении блока способом прессования «сухих» гильз либо при замене «мокрых» гильз.

Существуют гидравлические прессы в большом изобилии, выпускаемые промышленностью. Недостатками их использования при прессовании гильз в блок цилиндров двигателя являются: во-первых - сложность базирования и крепежа блока на прессе (в особенности V-образного); во-вторых - большая цена и крупногабаритные размеры прессы. Указанные недочеты заставляют задуматься о рентабельности использования гидравлических прессов при прессовании гильз в блок цилиндров мотора и надобность применения особых приспособлений, сходство которых является устройством, где усилие прессования передается от рукоятки через винтовую передачу с использованием нижней опоры в виде окружности. Недочетом конструкции 1 приспособления является надобность поворачивания блока цилиндров при установке опоры и штока со заменой закрепления, так как перед прессовкой «сухой» гильзы цилиндры стачиваются, и блок при этом закреплен на столе расточного станка. После закрепления приспособления перед прессовкой гильзы, а еще для удаления устройства после прессовки перед стачиванием «сухой» гильзы под поршень, вновь появляется надобность в перемещении и закреплении самого блока.

Известно также устройство, которое отчасти устраняет недостатки аналога и принято за раннее техническое решение. В отличие от аналога у прототипа отсутствует нижняя опора, а его роль выполняет два вала, которые устанавливаются на шпильках крепления головки блока цилиндров,

что убирает острую необходимость перемещения блока после стачивания цилиндров перед прессовкой гильз. Минусом конструкции прототипа является то, что длина прессовки гильзы ограничена длиной шпилек. Это ограничение не влияет на процесс прессовки «мокрых» гильз, потому что длина их прессовки равна длине посадочных поясков гильзы и гораздо меньше длины шпилек. Что касается установки «сухих» гильз, то их прессовка осуществляется на всю длину, которая больше, чем длина шпилек крепления ГБЦ. При этом появляется необходимость в производстве специальных длинных шпилек, причем с учетом того, что размеры резьбовых отверстий в блоках цилиндров разных технических решений двигателей отличаются. Технической задачей, предоставленной пригодным техническим решением, является обеспечение возможности прессовки в блок разной длины без перемещения блока после стачивания под гильзу перед прессовкой и после прессовки перед стачиванием под поршень.

Данная задача решается с помощью устройства (рис.1 и рис.2), состоящего из винта (5), к которому в нижней части прикреплено кольцо (6) разъемным или неразъемным соединением, к примеру, сваркой. В кольцо свободно вставлен валик (7), длина которого больше расстояния между соседними постелями блока цилиндров для коренных подшипников коленчатого вала мотора и закрывает их. В комплект входят: верхняя опора четыре в виде окружности, диаметр которой больше наружного диаметра запрессовываемой гильзы; упорный подшипник (3); шайба (2) и гайка (7), закрученная на винт для создания усилия прессовки на гильзу через подшипник и верхней опоры с учетом опоры валика в плоскость постелей блока через кольцо. Присутствие кольца в механизме устройства позволяет использовать валик в качестве нижней опоры, при этом есть возможность вставки валика в кольцо и удаления из кольца перемещением под постелями блока без кантования блока и смены установка после стачивания цилиндров под гильзу перед прессовкой и после прессовки перед стачиванием под поршень. Возможность изготовления винта с резьбой нужной длины позволяет запрессовывать как короткие, так и длинные гильзы. Таким образом, предлагаемое устройство будет универсальным аппаратом для прессовки гильз разной длины в блок цилиндров двигателя без смены установка и кантования блока, что не только сокращает технологическое время на восстановление блока, но и уменьшает риск производственных травм при перемещении.

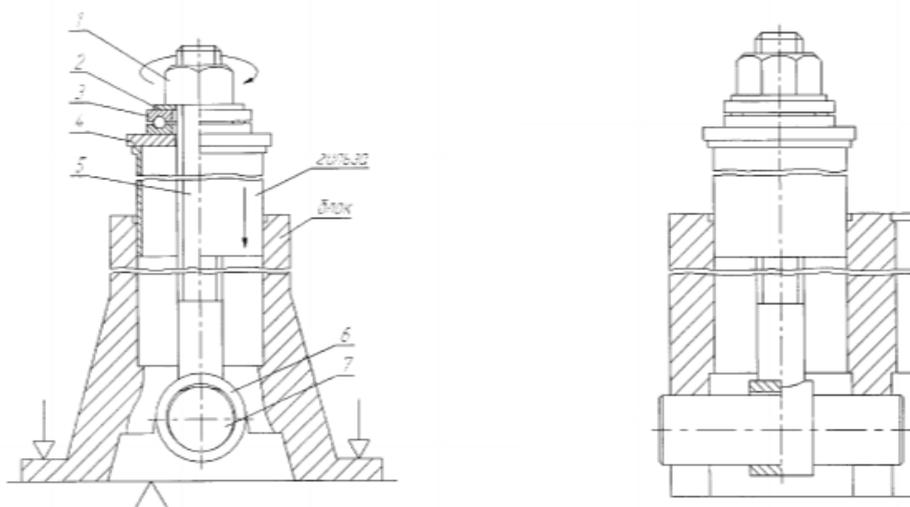


Рисунок 1 – Устройство для запрессовки гильз в цилиндры

### Список литературы

1. Берденников, Е.А. Определение индивидуальных показателей надежности и рациональных сроков службы сельскохозяйственных тракторов / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016 – № 2(22). – С. 77-84.
2. Берденников, Е. А. Способ определения рациональной наработки тракторов до момента возможной продажи / Е.А. Берденников, Л.А. Хайдуков. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока: Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2002 – С. 17-19.
3. Берденников, Е.А. Определение технико-экономической долговечности тракторов и резервирование, как способ их использования по истечению срока службы / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. Том 1 – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001 – С. 25-27.
4. Берденников, Е.А. Определение экономически целесообразных сроков службы машин и некоторые элементы стратегии их продажи и распределения затрат на ремонт / Е.А. Берденников, Ю.Н. Костин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2000 – С. 13-15.
5. Шушков, Р.А. О целесообразности создания универсальных ремонтных предприятий / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 172-174.

6. Шушков, Р.А. Оптимальное распределение ремонтно-обслуживающих воздействий между предприятиями технического сервиса АПК / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Материалы ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Сельскохозяйственные науки. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2008 – С. 90-94.
7. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 1998 – С. 36.
8. Патент № 166325 Российская Федерация, МПК В23Р 19/02, В25В 27/073 (2006.01). Приспособление для запрессовки гильз цилиндров: № 2015147623: заявл. 05.11.2015: опубл. 20.11.2016 / Берденников Е. А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
9. Патент № 2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.05.2013 / Е. А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
10. Патент № 2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: № 2015147964: заявл. 06.11.2015: опубл. 01.06.2017 / Е. А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ  
V-ОБРАЗНОГО ТИПА**

*Баско Данил Олегович, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** данная статья описывает "Изобретение в области машиностроения и ремонтного производства предназначено для точной фиксации обрабатываемого изделия в определенное положение, к примеру: для позиционирования блоков цилиндров V-образного типа двигателей перед следующей механической обработкой, например, перед стачиванием. Известно устройство, представляющее собой наклонную плиту, которая размещается на станке и имеет отверстия с установочными штифтами для размещения в соответствующие технологические отверстия блока цилиндров"*

***Ключевые слова:** коленчатый вал, V-образного типа, ось вращения шпинделя станка, механическая обработка, треугольная резьба, различный диаметр посадок*

Повышение эффективности ремонтно-обслуживающих воздействий является одной из составляющих эффективного развития сельскохозяйственного производства [1-7]. Разработка технических устройств, обеспечивающих снижения трудоемкости конкретных ремонтных операций, позволит повысить качество капитального ремонта [8-10].

Изобретение в области машиностроения и ремонтного производства предназначено для точной фиксации обрабатываемого изделия в определенное положение, к примеру: для позиционирования блоков цилиндров V-образного типа двигателей перед следующей механической обработкой, например, перед стачиванием. Известно устройство, представляющее собой наклонную плиту, которая размещается на станке и имеет отверстия с установочными штифтами для размещения в нужные технологические отверстия блока цилиндров V-образного типа. Недостатком данного устройства являются сложности при изготовлении плиты с учетом необходимости обеспечения соосности обрабатываемого цилиндра и шпинделя станка, поскольку различные блоки V-образного типа имеют разные углы между рядами цилиндров, а также перпендикулярности оси вращения шпинделя к осям посадочных поверхностей коренных подшипников коленчатого вала двигателя. Также существует устройство, которое частично устраняет недостатки аналога и принято за несовершенную модель. В отличие от подобной модели, прототип представляет собой цилиндрическую оправку, которая устанавливается на призмах станка и является опорой для посадок

блока цилиндров под коренные подшипники коленчатого вала, обеспечивая перпендикулярность их осей к оси вращения шпинделя станка. Валовая форма оправки создает возможность вращения ее в призмах и, следовательно, блока цилиндров вокруг осей посадок под коренные подшипники коленчатого вала при последующем базировании для обеспечения выравнивания обрабатываемого цилиндра, а также шпинделя станка с использованием специальных устройств. Одним из минусов ранней модели является необходимость изготовления различных трубчатых оправок для размещения различных блоков цилиндров V-образного типа, поскольку разные блоки имеют разные диаметры посадок под коренные подшипники коленчатого вала.

Целью данного технического решения является использование посадочных поверхностей блока цилиндров V-образного типа под коренные подшипники коленчатого вала в качестве опоры для установки блока на станке перед механической обработкой, включая растачивание цилиндров с различными диаметрами посадок. Для решения этой задачи предлагается специальное устройство, состоящее из винта с треугольной резьбой, снабженного цилиндрическими поверхностями на концах для опоры на призмы, и нескольких пар гаек, количество которых соответствует числу посадок блока цилиндров под коренные подшипники коленчатого вала. В каждой паре гаек они ориентированы друг к другу с коническими или ступенчатыми поверхностями. Разнообразие плоскостей на гайке дает возможность использовать оправку для установки блоков цилиндров с различными диаметрами посадок под коренные подшипники коленчатого вала путем затягивания гаек и упора конической или ступенчатой поверхности гайки в круговую кромку посадки блока цилиндров и заранее установленных крышек коренных подшипников коленчатого вала. Возможный вариант конструкции гайки с плоскостью ступенчатой формы предусматривает диаметры ступеней, соответствующие наиболее распространенным диаметрам посадок блоков и имеющие необходимый допуск для обеспечения требуемого натяга с цилиндрической поверхностью посадки блока и крышки коренного подшипника коленчатого вала. Применение треугольной резьбы на винте и гайках обеспечивает автоматическое центрирование гаек на винте при затяжке, что гарантирует соосность винта оправки и оси посадок блока, а также перпендикулярность оси посадок к оси вращения шпинделя станка. Таким образом, наличие конической или ступенчатой поверхности на гайке обеспечивает точное выравнивание винта оправки и оси посадок блока, а также перпендикулярность оси посадок к оси вращения шпинделя станка.

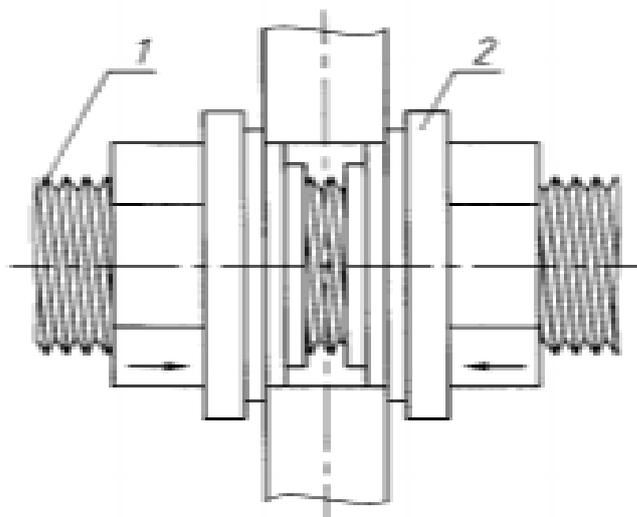


Рисунок 1 – Конструкция гаек со ступенчатыми поверхностями

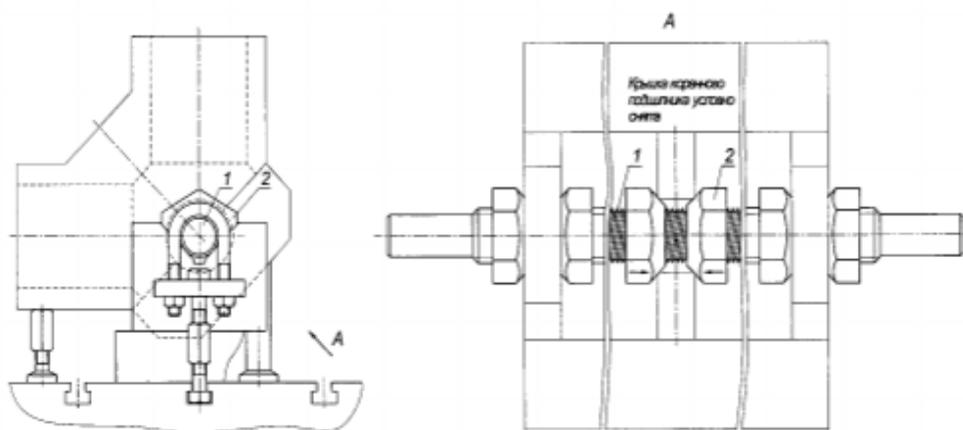


Рисунок 2 – Устройство для закрепления блока цилиндров

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. Предварительные результаты оценки надежности тракторов МТЗ-82 / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса. Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2000. – С. 56-59.
2. Киприянов, Ф.А. Подготовка тракторного парка к проведению полевых работ путем применения рациональных ремонтно-технических воздействий / Ф.А. Киприянов, А.В. Закрепин. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное, 2002. – С. 83-84.

3. Берденников, Е.А. Определение технико-экономической долговечности тракторов и резервирование, как способ их использования по истечению срока службы / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. Том 1. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001 – С. 25-27.
4. Берденников, Е.А. Определение экономически целесообразных сроков службы машин и некоторые элементы стратегии их продажи и распределения затрат на ремонт / Е.А. Берденников, Ю.Н. Костин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2000. – С. 13-15.
5. Шушков, Р.А. О целесообразности создания универсальных ремонтных предприятий / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 172-174.
6. Шушков, Р.А. Оптимальное распределение ремонтно-обслуживающих воздействий между предприятиями технического сервиса АПК / Р.А. Шушков, Е. А. Берденников. – Текст: непосредственный // Материалы ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Сельскохозяйственные науки. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2008. – С. 90-94.
7. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 1998. – С. 36.
8. Патент №166325 Российская Федерация, МПК В23Р 19/02, В25В 27/073 (2006.01). Приспособление для запрессовки гильз цилиндров: № 2015147623: заявл. 05.11.2015: опубл. 20.11.2016 / Берденников Е.А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина" ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
9. Патент №2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.05.2013 / Е. А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
10. Патент №2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: №

2015147964: заявл. 06.11.2015: опублик. 01.06.2017 / Е.А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина" (ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА). – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

УДК 62.771

## ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ

*Баско Данил Олегович, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** текст обсуждает важность своевременного обновления и модернизации машинно-тракторного парка для достижения более высоких технико-экономических показателей, таких как долговечность и безотказность. Автор подчеркивает, что определение экономически рациональных сроков службы машин является основой правильного решения задачи, и завышенная или заниженная долговечность может привести к непродуктивному использованию ресурсов и снижению производительности труда. Автор также указывает, что снижение себестоимости продукции возможно через повышение качества машин, эффективное использование техники и развитие качественных технологий и методов ремонта. Для решения этой проблемы автор предлагает разработку математической модели, связывающей моральный износ и технический прогресс. Повышение надежности техники является одной из ключевых задач развития сельского хозяйства, и сложность проблемы заключается в реформировании сельскохозяйственного производства. Автор также подчеркивает, что повышение качества техники связано с безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью, и предлагает провести исследование безотказности с использованием сокращенных наблюдений. В итоге, автор указывает, что показатели безотказности и ремонтпригодности определяются на основе отказов и оперативного времени в выполнении операций обслуживания и ремонта.*

***Ключевые слова:** технический прогресс, безотказность, технический прогресс, обновление, модернизация, машинно-тракторный парк, технико-экономические показатели, долговечность, безотказность, экономически рациональные сроки службы, бесхозяйственное использование ресурсов, снижение роста производительности труда, себестоимость продукции*

Одним из важных вопросов технического прогресса является своевременное обновление и модернизация машинно-тракторного парка, тогда тракторный парк будет иметь более высокие технико-экономические показатели (долговечность и безотказность).

Правильное решение задачи исходит прежде всего из определения экономически рациональных сроков службы машин, поскольку и заниженная и завышенная долговечность нежелательна по причине бесхозяйственного использования трудовых и материальных ресурсов и ведет к снижению роста производительности труда.

В общем виде определение оптимальных сроков службы машин целесообразно ставить в зависимость от себестоимости произведенной продукции. Само собой разумеется, что снижение себестоимости единицы выработанной продукции возможно при неустанном повышении качества изготавливаемых машин, умелом использовании техники и качественной технологии и организации ремонта техники.

Задача сводится к определению в первую очередь межремонтных сроков (статистическая оценка) и затрат на поддержание машин в работоспособном состоянии.

Вопрос не будет полностью решен, если не предусмотреть морального износа техники. Следует учитывать две его формы, подразумевая под первой снижение цен на машины той же модели за счет снижения себестоимости продукции заводов-изготовителей, под второй - появление новых, более совершенных машин, что приводит к моральному износу машин старых моделей. В задачу ставится разработка математической модели, которая позволит связать моральный износ и технический прогресс в области создания тех или иных машин, при этом учитывать, что в техническом прогрессе в основу заложено средство повышения общественно необходимой производительности труда.

Повышение надежности техники в условиях реальной эксплуатации – одна из важнейших задач развития АПК [1-10].

Сложность проблемы заключается в сложившейся ситуации реформирования сельскохозяйственного производства,

Повышение качества техники связано в первую очередь с безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью. Интересна постановка вопросов безотказности, ремонтпригодности в конкретных условиях эксплуатации [1-10].

Предполагается изучение отказов по всем видам сложности, но особое внимание следует уделить ресурсным отказам как наиболее тяжким по устранению в процессе ремонтов. На основании отказности техники встают вопросы выбора методов ремонтов, предъявления требований к эксплуатационной службе, разработки рекомендаций к промышленности по производству сельскохозяйственной техники и особенно в ремонтные воздействия в смысле повышения качества.

Методикой исследования безотказности предусматривается следующее: фиксирование отказов в хозяйствах, наработка до отказов, тяжесть отказов, фиксирование наиболее важных факторов в смысле климатических и почвенных условий, квалификация механизаторов и другое.

Следует оговориться, что методикой будут предусмотрены сокращенные наблюдения за состоянием техники, что позволит в кратчайшие сроки выдать конечные результаты по безотказности, ремонтпригодности. Будут учитываться сравнительные оценки по показателям надежности, поскольку такие оценки возможны на основании предшествующих исследований.

Показатели безотказности, как и основной показатель гаммапроцентный ресурс определяется на основании отказов за определенный период сокращенных наблюдений.

Ремонтпригодность будет определяться по оперативному времени и на выполнение операций обслуживания и ремонта, вспомогательного времени, оперативной стоимости и обобщенному показателю – объединенной удельной оперативной продолжительности, трудоемкости технических обслуживаний и ремонтов.

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. Предварительные результаты оценки надежности тракторов МТЗ-82 / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса. Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда, Молочное, 2000. – С. 56-59.
2. Закрепин, А.В. Исследование износостойкости деталей ресурсных сопряжений двигателей Д-240 и их модификаций / А.В. Закрепин, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2002. – С. 65-67.
3. Киприянов, Ф.А. К вопросу о повышении надежности тракторов / Ф.А. Киприянов, В.Я. Сковородин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – 2000. – С. 17-19.
4. Киприянов, Ф.А. Стратегия повышения эксплуатационной надежности / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. Сборник научных трудов ВГМХА. – Вологда-Молочное, 2001. – С. 37-40.
5. Киприянов, Ф.А. К вопросу о безотказности сельскохозяйственной техники / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и

научного обеспечения учебного процесса. Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное, 1998. – С. 37.

6. Патент № 2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.05.2013 / Е. А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

7. Шушков, Р.А. Оптимальное распределение ремонтно-обслуживающих воздействий между предприятиями технического сервиса АПК / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Материалы ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Сельскохозяйственные науки. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2008. – С. 90-94.

8. Шушков, Р.А. О целесообразности создания универсальных ремонтных предприятий / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 172-174.

9. Патент № 2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: № 2015147964: заявл. 06.11.2015: опубл. 01.06.2017 / Е.А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

10. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: Издательский центр Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, 1998. – С. 36.

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УБОРКИ НАВОЗА НА ФЕРМАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Братушев Леонид Александрович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассматриваются различные системы и механизмы для уборки навоза в коровниках, включая ручное управление и автоматический режим. Особое внимание уделяется применению автоматизированных систем скребков и транспортеров для уборки навоза. Описывается конструкция и принцип работы горизонтального и наклонного транспортеров. Отдельно рассматривается применение скреперной установки для удаления навоза из открытых проходов в коровниках с беспривязным содержанием скота.

**Ключевые слова:** механизм, удаление навоза; навозный транспортер; скреперная установка; скребки; животноводческая ферма

В современных условиях большое значение имеет разработка современных способов механизации и автоматизации животноводства, что является очень важным для развития животноводческой отрасли. На животноводческих фермах и комплексах механизмируются такие процессы как доение и первичная обработка молока, раздача корма, поение, удаление навоза [4-7].

Одно из основных направлений – механизация процессов удаления навоза из животноводческих помещений.

Машины для уборки навоза выполняют несколько операций: удаляют навоз из помещений, транспортируют его от животноводческих помещений до мест складирования или утилизации. Помещения освобождают от навоза с помощью электрифицированных транспортеров, ручных тележек, бульдозеров, подвесных дорог.

Существует множество систем и механизмов, которые были разработаны для уборки навоза в коровниках. Такие системы могут работать как в ручном режиме, так и в автоматическом режиме. Одним из инновационных методов уборки навоза является использование автоматизированных систем скребков и транспортеров. Эти системы могут быть запрограммированы для регулярной уборки навоза в определенное время, что значительно сокращает трудозатраты.

Транспортеры скребковые для уборки навоза (рисунок 1) предназначены для уборки подстилочного навоза из животноводческих помещений и синхронной загрузки его в транспортные средства. Они состоят из горизонтальных и наклонных транспортеров. Горизонтальный транспортер от-

чищает навозный канал и переносит навоз до мест выгрузки на наклонный транспортер. Наклонный транспортер получает навоз с горизонтального транспортера и загружает его в транспортное средство. Все марки оснащены системой натяжения цепи как для горизонтального, так и наклонного транспортеров. Горизонтальный транспортер использует рычаг и трос, соединенный с ним через стойку и противовес, чтобы обеспечить плавное натяжение цепи и предотвратить сход цепи с приводной звездочки. Натяжение цепи наклонных транспортеров осуществляется перемещением рамы с помощью натяжного винта и гайки.

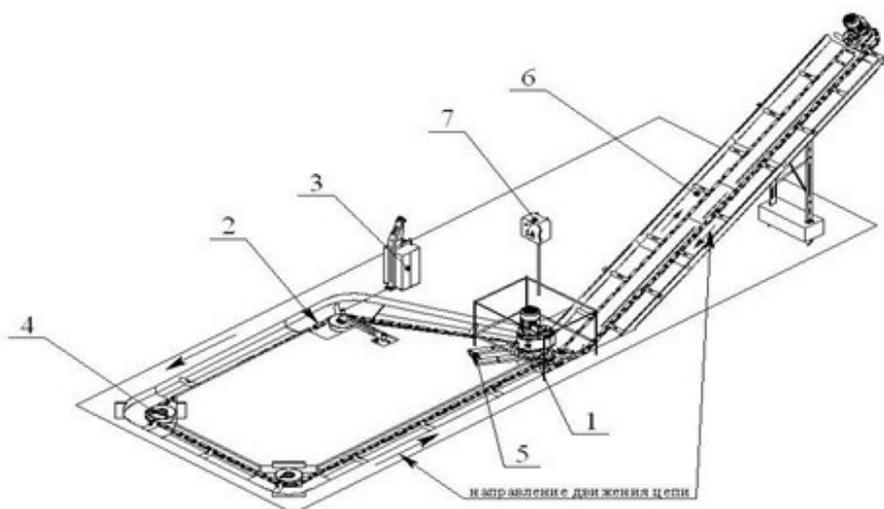


Рисунок 1 – Транспортер скребковый для уборки навоза:

1-привод; 2-цепь; 3-устройство натяжное; 4-устройство поворотное; 5-рама;  
6-транспортер наклонный; 7-ящик управления

Поворотные устройства всех транспортеров оснащены подшипниками скольжения (капролоновыми втулками), которые обладают преимуществами в большой атмосферостойкости, износостойкости, способности работать в агрессивных и загрязненных средах, а также простоте замены. Привод транспортеров осуществляется через электродвигатели, которые передают вращательное движение через редукторы к приводным звездочкам.

Горизонтальный конвейер собран из кованой цепи, на которой установлены скребки, а также оснащен поворотными механизмами и приводной станцией, расположенной в открытом бетонированном лотке с облицовкой досками на внутренней стенке и дне. Натяжение цепи горизонтального транспортера осуществляется перемещением подвижной рамы приводной станции. Поворотные устройства устанавливаются на расстоянии не менее 500 мм от стоек для животных. Если поворотные устройства размещены в пределах крайних стоек, они закрываются съемными щитами.

Наклонный транспортер имеет такую же кованую цепь со скребками, металлический желоб с опорной стойкой, поворотное устройство и привод.

Натяжение цепи меняется движением привода. Транспортер устанавливается под углом не более 30 градусов к горизонту и обеспечивает подачу навоза на высоту 2680 миллиметров. Цепь наклонного транспортера движется с намного большей скоростью по сравнению с горизонтальным транспортером, что обеспечивает эффективную выгрузку жидкого навоза. Высота помещения для установки наклонного транспортера должна быть не менее 3,3 метра, и в случае низкой температуры необходима отопление.

Транспортер поставляется в комплекте с пускозащитной аппаратурой, электрическим кабелем, трубами для его прокладки и анкерными болтами. В качестве подстилки используются резаная солома, верховой и фрезерный торф, а также древесные опилки. Не допускается использование соломы длиной более 100 миллиметров. Очистка навоза транспортером из животноводческого помещения производится не менее трех раз в день. Транспортер предназначен для обслуживания стад крупного рогатого скота в количестве от 100 до 110 животных. Установка осуществляется в навозные каналы любого транспортного средства, предназначенного для сбора навоза. Он состоит из металлических пластин, штампованных из стали толщиной 5 миллиметров, объединенных калеными осями.

Для коровников с беспривязным содержанием рекомендуется использовать дельта - скреперную установку (рисунок 2), которая предназначена для удаления навоза из открытых проходов. Длина контура и количество скребков устанавливаются в соответствии с габаритами коровника и расположением стойл. Наиболее распространены дельта - скреперные конструкции УНС-1 (170 метров) и УНС-1 (250 метров), к которым присоединяют четыре рабочих органа для разгрузки навоза с торца и с середины помещения. Монтаж цепи производится с помощью соединительных звеньев, что позволяет избежать сварки при сборке и изменении длины цепи в процессе эксплуатации. Очистка навоза скреперной установкой проводится регулярно, несколько раз в сутки, и эффективность данного процесса зависит от качества бетонирования канала [1].



Рисунок 2 Дельта – скреперная установка

Для беспривязного способа содержания предложена разработка модернизированной системы удаления навоза скреперного типа [2]. Предлагаемое устройство обеспечивает непрерывный процесс уборки навоза из животноводческого помещения, что снижает затраты времени на уборку и расход электроэнергии.

Системы удаления навоза на фермах и комплексах являются важными элементами животноводческой отрасли. Они поддерживают необходимый уровень чистоты, а это приводит к соблюдению санитарных требований [3]. Используя механизацию и автоматизацию этих процессов можно добиться высокой эффективности.

### Список литературы

1. Системы навозоудаления для привязного и беспривязного содержания КРС. – Текст: электронный. – URL:[https://russkayaferma.ru/stati/sistemy\\_navozoudaleniya\\_dlya\\_privyaznogo\\_i\\_bezprivyaznogo\\_soderzhaniya\\_krs/](https://russkayaferma.ru/stati/sistemy_navozoudaleniya_dlya_privyaznogo_i_bezprivyaznogo_soderzhaniya_krs/).
2. Патент на полезную модель № 169142 U1 Российская Федерация, МПК А01К 1/01. Устройство для механизации удаления навоза: № 2016103458: заявл. 02.02.2016: опубл. 06.03.2017 / П. З. Нозадзе, И. С. Чежин, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
3. Патент № 2706090 С1 Российская Федерация, МПК А23С 3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке: № 2018131860: заявл. 04.09.2018: опубл. 13.11.2019 / Н. Т. Бежаниян, С. В. Гайдидей, И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
4. Патент на полезную модель № 155959 U1 Российская Федерация, МПК С02F 1/461. Устройство для электрохимической обработки воды и водных растворов: № 2015117139/05: заявл. 05.05.2015: опубл. 20.10.2015 / И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова, П. С. Мартынов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
5. Патент на полезную модель № 187616 U1 Российская Федерация, МПК А01J 9/04, А23С 3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки: № 2018127941: заявл. 30.07.2018: опубл. 13.03.2019 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова, Н. Т. Бежаниян; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная мо-

лочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

6. Патент на полезную модель № 176216 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2017120575: заявл. 13.06.2017: опубл. 12.01.2018 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

7. Патент на полезную модель № 122242 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2012128148/13: заявл. 03.07.2012: опубл. 27.11.2012 / И. Н. Кружкова, В. А. Сухляев, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

**УДК 631.365.22**

## **СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА**

*Вершинин Данил Викторович, студент-магистрант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное; Россия*

***Аннотация:** в статье предложены возможные способы снижения затрат на сушку зерна и рекомендовано: использовать тепло, полученное при охлаждении зерна после сушки, для нагрева зерна, поступающего в сушилку; проводить подсушку зернового вороха перед сушкой; выделять фуражную фракцию перед сушкой зерна семенного назначения.*

***Ключевые слова:** зерно, сушка зерна, предварительная подсушка зерна, влагосодержание, теплоноситель, энергосбережение*

Удельные энергозатраты на сушку зерна представляют собой сумму удельного расхода топлива  $g_T$  (кг/т) и удельного расхода электрической энергии  $N_{уд}$  (кВт·ч/т). В свою очередь удельные расходы топлива и электроэнергии являются функциями часовых расходов топлива  $G_T$  (кг/ч) и электроэнергии  $N_ч$  (кВт·ч) и производительности сушилки  $Q_c$  (т/ч) [1].

Часовой расход электроэнергии зависит от установленной мощности электродвигателей и практически для конкретной марки сушилки является постоянным.

Часовой расход топлива зависит от времени пребывания зерна в сушильной камере  $\tau$ ; температуры окружающего воздуха  $T_{ок.603}$  и его относительной влажности  $\varphi_{ок.603}$ ; температуры нагрева зерна в сушильной камере  $\theta_{з.дон}$  и температуры теплоносителя  $t_{т}$ . На производительность сушки влияют параметры зернового вороха, поступающего в сушилку, его влажность  $W_{зн}$  и начальная температура  $\theta_{зн}$ .

Режимы сушки обусловлены не только исходной влажностью зерна, но и состоянием зернового слоя в процессе сушки, направлением движения теплоносителя, то есть конструкцией сушильной камеры и способом протекания процесса сушки.

Характер протекания процесса сушки зерна определяется совокупностью совмещенных на одном графике (рисунок 1) трех кривых сушки:  $W = f(\tau)$ , выражающей зависимость между влажностью зерна  $W$  и длительностью процесса сушки  $\tau$ ;  $\frac{dW}{d\tau} = f(\tau)$ , представляющей зависимость между скоростью сушки  $\frac{dW}{d\tau}$  и длительностью сушки  $\tau$  и  $\theta = f(\tau)$ , дающей зависимость между температурой зерна  $\theta$  и временем сушки  $\tau$ .

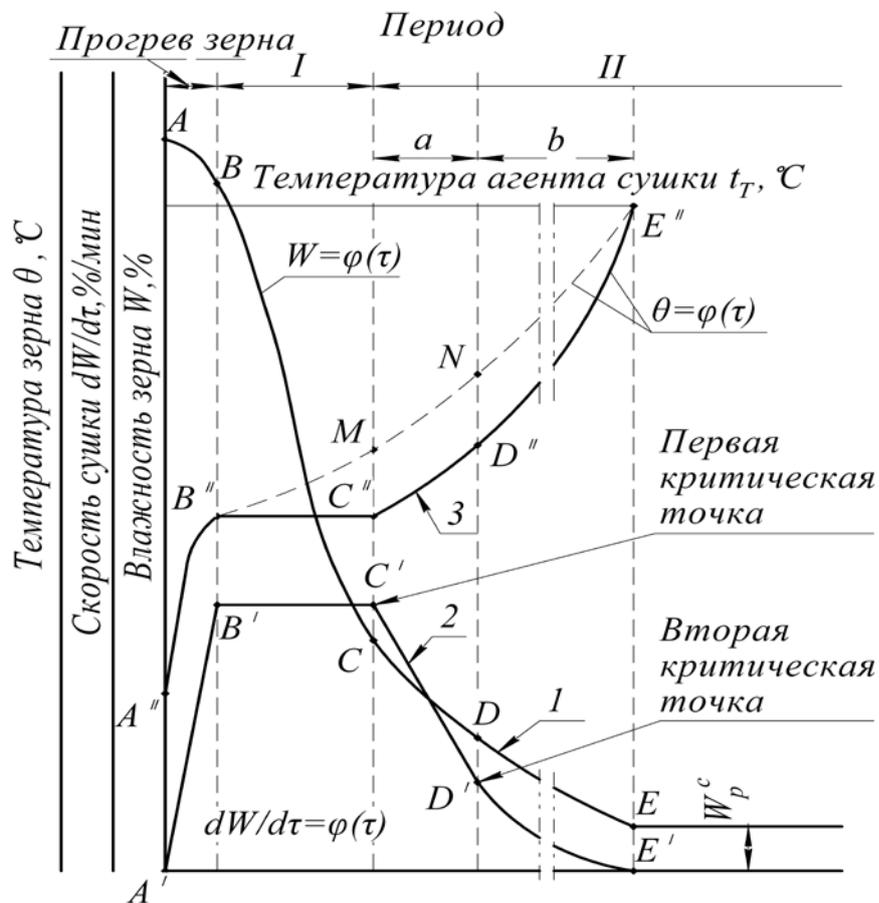


Рисунок 1 – Характер протекания процесса сушки зерна

Процесс сушки зерна можно разделить на три периода: период нагрева зерна, период постоянной скорости сушки и постоянной температуры зерна (I) и период убывающей скорости сушки и возрастающей температуры зерна (II).

В стадии прогрева, теплота, подводимая теплоносителем, расходуется в основном на нагрев зернового вороха. Температура зерна при этом резко повышается (участок A"B") и возрастает скорость сушки (участок A'B'), влажность зерна снижается, но плавно и незначительно (участок AB).

Вначале первого периода температура зерна  $\theta$  достигает температуры мокрого термометра, а скорость сушки – максимального значения. Первый период характеризуется постоянной скоростью сушки (участок B'C'), влажность зерна уменьшается по прямой (участок BC). Температура зерна весь первый период остается постоянной и равна температуре мокрого термометра  $t_m$  (участок B"C").

Такая закономерность изменения температуры характерна для капиллярно-пористых материалов (песок, бумага и др.), а процесс удаления влаги подобен процессу испарения влаги со свободной поверхности жидкости.

Для коллоидных капиллярно-пористых материалов, в том числе и для зерна, температура нагрева их хотя и незначительно, но непрерывно возрастает (участок B"M).

В период постоянной скорости сушки интенсивность испарения влаги пропорциональна разности парциального давления пара на поверхности зерна и в окружающей среде, скорость сушки при этом зависит от параметров теплоносителя.

Для зерна уже в первом периоде сушки закономерности внешней диффузии влаги нарушаются из-за недостаточного подвода ее из внутренних частей зерновок к поверхности, и зона испарения углубляется. Это и объясняет непрерывное повышение температуры зерна.

Во втором периоде происходит замедление скорости сушки: влажность зерна изменяется по кривой CDE, а скорость сушки – по кривой C'D'E'. Уменьшение скорости сушки связано с удалением более прочно связанной с зерновкой влаги.

Период убывающей скорости можно разделить на зоны внешней (зона а) и внутренней (зона б) диффузии влаги. Их разделяет вторая критическая точка.

В зоне внешней диффузии влаги интенсивность сушки еще определяется внешними условиями, но уже в значительной степени лимитируется подводом влаги из внутренних слоев зерна.

В зоне внутренней диффузии интенсивность процесса мало зависит от параметров теплоносителя.

Во всех типах применяемых зерносушилок сушка зерна осуществляется конвективным способом, при котором тепло от нагретого теплоносителя первоначально передаётся к поверхности влажного зерна. Далее происходит распространение тепла от поверхности к внутренним слоям зерновок, что способствует перемещению влаги внутри зерновок от центра к поверхности. Поверхностная влага испаряется, происходит диффузия её паров в теплоноситель и отвод водяных паров из сушильной камеры.

Перед началом сушки температура и влажность всех слоев зерновок одинаковы (поле влажности и температуры одинаково).

При подаче теплоносителя поверхность зерна нагревается, и влага, находящаяся на ней, начинает интенсивно испаряться и диффундировать в теплоноситель.

Следовательно, с самого начала процесса сушки, в период прогрева, поля влажности и температуры зерновок становятся неоднородными: на поверхности зерновок влажность ниже, а температура выше, чем внутри, то есть появляется градиент концентрации влаги и температурного градиента.

Градиент концентрации влаги вызывают ее миграцию (перемещение) в сторону меньшей концентрации, то есть из внутренних слоев зерновок к поверхности. Под действием температурного градиента влага перемещается в сторону более низкой температуры, то есть от поверхности зерновок к их центру. Так как направление градиентов концентрации влаги и температуры противоположны, влага перемещается в направлении действия более интенсивного градиента.

Градиент, действующий в противоположном направлении, создает дополнительное сопротивление перемещению влаги.

Известно, что при конвективном способе сушки зерна направление перемещения влаги обусловлено действием градиента концентрации влаги и, следовательно, влага перемещается от центра к поверхности зерновок.

Из рисунка 1 видно, что в первом периоде сушки скорость сушки постоянна (участок В'С'), а температура зерна повышается незначительно (участок В"М) при интенсивном снижении влажности (участок ВС). Поскольку в первом периоде сушки температура зерна повышается незначительно, то скорость сушки примерно пропорциональна интенсивности подвода тепла и увеличению температурного напора  $(T_T - \theta_3)$  за счет повышения температуры теплоносителя ускоряет прогрев зерна и процесс сушки в этот период.

Если в конце первого периода сушки прервать подачу теплоносителя и осуществить отлежку зерна, в течение которой произойдет перераспределение влаги, то после возобновления подачи теплоносителя процесс сушки будет происходить с постоянной скоростью.

Практический это возможно за счет разделения процесса сушки зерна на два этапа: подсушу и собственно сушку.

Из рисунка 1 видно, что наиболее длительным является второй период сушки. Уже после первой критической точки (С') скорость сушки снижается, температура зерна интенсивно возрастает. Особенно интенсивно эти процессы усиливаются, начиная со второй критической точки (D').

Процесс сушки зерна во втором периоде можно свести к двум основным явлениям: перемещению влаги из внутренних слоев зерновок к их поверхности и удалению влаги с поверхности зерновок в теплоноситель.

Отсюда следует, что интенсивность процесса сушки зависит от скорости перемещения влаги внутри зерновки и скорости ее удаления с их поверхности.

Практически совпадения потоков влаги внутри зерновок можно добиться чередованием циклов нагрев–охлаждение, что особенно важно при сушке зерна в плотном неподвижном слое (сушилки периодического действия).

Повысить допустимую температуру нагрева зерна и тем самым коэффициент влагопроводности можно, снизив влажность зерна до сушки за счет качественной предварительной очистки, вентилирования до сушки и подсушки зернового вороха.

Увеличение скорости испарения влаги с поверхности зерновок можно достичь, повышая температуру зерна и уменьшая влагосодержание теплоносителя.

Увеличение температуры теплоносителя является важным фактором ускорения процесса внешнего тепловлагообмена и сушки в целом.

Так, например, при сушке зерна пшеницы с исходной влажностью 31% в семенном режиме на конвейерной сушилке СКВС-6 и температуре теплоносителя 60°C удельный расход дизельного топлива составляет 21 кг/т.

При сушке этого же зерна на фураж и температуре теплоносителя 75°C удельный расход составил 14 кг/т, т.е. уменьшился на 7 кг/т.

При этом температура зерна на выходе из сушильной камеры возросла с 48°C до 60°C, что свидетельствует о необходимости выбора режимов сушки не только от начальной влажности, но и его назначения [2].

Снижение удельного расхода топлива при сушке фуражного зерна говорит о том, что при послеуборочной обработке семенного зерна целесообразно выделять фуражную фракцию до сушки и сушить её отдельно в фуражном режиме.

Анализ кинетики и тепло- и влагообмена в процессе сушки, а также результатов исследований сушки зерна в сушилках различных типов позволили разработать основные направления и способы снижения расхода топлива на сушку зерна.

При предварительном нагреве зерна поступающего в сушилку, необходимо использовать тепло, полученное при охлаждении зерна после сушки.

Для снижения затрат тепла на испарение влаги необходимо:

- подавать в сушильную камеру предварительно нагретое зерно;
- вести процесс сушки с температурой нагрева зерна максимально близкой к предельно допустимой температуре нагрева для конкретной исходной влажности и назначения зерна;
- применять ступенчатые режимы сушки с чередованием циклов нагрев–охлаждение, особенно при сушке зерна на сушилках периодического действия;
- включать в технологию сушки бункера активного вентилирования для отлежки и охлаждения зерна;
- при модернизации ЗОСП использовать зерносушилki поточного действия, конструкция которых позволяет регулировать толщину зернового слоя и экспозицию сушки и тем самым максимально использовать влагопоглотительную способность теплоносителя;
- разделить процесс сушки на два этапа: подсушку зернового вороха и сушку зерна;
- выделить фуражную фракцию при сушке зерна семенного назначения;
- организовать постоянный контроль влажности и автоматического регулирования заданного значения влажности просушенного зерна для предотвращения пересушивания;
- осуществлять максимально возможное снижение влажности зерна в процессе предварительной очистки и временного хранения зерна до сушки.

Для снижения потерь тепла с отработавшим теплоносителем необходимо:

- использовать высокотемпературный и насыщенный влагой теплоноситель для предварительного нагрева высоковлажного зерна;
- возвращать слабонасыщенный влагой теплоноситель в зону сушки более влажного зерна или топочные устройства сушилок;
- поддерживать оптимальный расход теплоносителя.

### **Список литературы**

1. Грушин, Ю.Н. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян: Учебное пособие / Ю.Н. Грушин, В.Н. Вершинин, Д.А. Пустынный; Под ред. В.Н. Вершинина. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2014. – 255 с. – Текст: непосредственный.
2. Отчет по научно–исследовательской работе на тему «Испытания зерновой карусельной сушилки высоковлажных семян СКВС-6»/ Ю.Н. Грушин, Н.А. Блохин, А.В. Смирнов [и др.]. Вологда-Молочное, 1996. – 46 с.

## ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ХОЗЯЙСТВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Волокитин Дмитрий Владиславович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** молоко, является одним из достояний Вологодской области. Для его получения сельскохозяйственным предприятиям нужно пройти через множество сложных этапов, но в статье остановимся на машинной дойке, как наиболее рациональном и эффективном способе получения молока в наше время.

**Ключевые слова:** эффективность, робот, коровы, технология доения, молоко, качественные показатели молока, контроль

Прежде всего, хотелось бы объяснить, что такое доильная машина?

Доильные машины являются неотъемлемой частью современного животноводства, облегчают работу на фермах, а также повышают продуктивность получения молока посредством машинного доения. Особенно важно эффективно использовать доильные машины на коллективных фермах Вологодской области, где животноводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства.

Устройство простейшей доильной машины обычно состоит из воздуховодов и молокопроводов, доильных стаканов, емкости для сбора молока, пульсатора, от которого зависит эффективность, и безопасность процесса доения и коллектора. Его можно устанавливать, как на крупных фермах, так и на частных фермах для удобства и эффективности сбора молока [2].

Преимуществами автоматической доильной машины являются повышенная производительность, снижение затрат на рабочую силу, улучшение гигиены и качества молока, а также способность точно контролировать процесс доения [3, 4].

Вологодский район известен своими богатыми пастбищами и кормами, благодаря которым местные селекционеры могут выращивать здоровых и продуктивных животных. Однако, чтобы получить максимальную отдачу от вашего стада, необходимо правильно использовать доильные машины. Из-за шума некоторых моделей доильных машин животные будут бояться, поэтому нужно подходить к покупке аппаратов с умом.

Например, ООО Агрофирма Сокол, используется мобильная экономичная доильная единица АДЭ-05, называемая в простонародье “Дарёна”, с недавнего времени начала использоваться для машинного доения коров на небольших животноводческих фермах. Устройство оснащено вакуумным насосом и прозрачными силиконовыми шлангами, которые обеспечи-

вают полный контроль над процессом доения, также не менее важным качеством является вес и мобильность аппарата.

В более северном направлении Шекснинского района, находится Российский сельскохозяйственный кооператив “Русь”, в недавнем времени улучшив производство молока, добавлением новой молочной доильной единицей с импортным оборудованием с самой передовой израильской программой управления стадом “afimilk”. Ввиду новому современному оборудованию, специалисты компании могут контролировать, как состояние животных, так и полученные продукты, т. е. молоко в режиме реального времени контролируется на цифровом экране, наглядно показывая процентную массу белков и жиров, благодаря этому можно своевременно реагировать на изменение плана питания или условий содержания коров. Также благодаря автоматическим доильным машинам специально обученные работники доят молоко не вручную, а с помощью специальных доильных устройств, что, несомненно, ускоряет производство получения молока и эффективность предприятия в обслуживании и доении коров, также не мало важно, понижая риск заражения коров различными заболеваниями.

Открытое акционерное общество “Заря”, расположенное в западной части Шекснинского района, также пользуется благами цифрового мира. Животноводство является основной товарной отраслью предприятия, на продажу продуктов животного происхождения приходится до 95% общей выручки предприятия. При этом животноводство обладает достаточно высокой рентабельностью в нашей области. С недавнего времени была куплена доильная установка “Карусель” для доения коров, которая работает по принципу вращения специальной платформы вокруг своей оси, максимально одновременно вмещающая в себя до 50 голов [1].

Накормленные коровы, например, с использованием дозированных устройств раздачи кормов [7-10], входят в круговую вращающуюся платформу с отдельными стойлами. В первую очередь, как только корова попадает в стойло, сканер сканирует бирку коровы и считывает ее данные, что в будущем даст понять, сколько корову доили в день, и процент полученного молока от нормы. До 350 коров можно доить в час на подобной установке, благодаря минимальным усилиям. Обслуживает доильную установку 4 человека - так называемые на предприятии - “операторы”. Один человек накладывает пену на вымя, второй делает массаж, доение и вытирание, третий работник подставляет доильную машину, четвертый применяет обработку после доения и, если устройство падает преждевременно, он его надевает заново. Кроме того, у “операторов” находятся поблизости экраны, на которых показаны основные данные: сколько коров на установке, общий вес, количество доильного молока с каждой коровы и многое другое.

Затем все молоко заблаговременно переливают по трубкам в специальный резервуар, который охлаждает молоко до оптимальной температуры, готовой к хранению [5, 6].

Пример подобной технологии используется в ОАО «Заря» и считается одной из самых современных технологий в нашем регионе. С 2023 года в работу было введено еще 24 проекта для сельскохозяйственных предприятий. Наша Вологодская область уверенно автоматизируется и переходит на современное высокотехнологичное молочное оборудование.

Может показаться, что такие установки очень дороги, но если на это посмотреть с точки зрения будущего, то понадобится всего 4 человека, чтобы обслуживать 350 коров в час. А если всё это будет происходит вручную, то можно рассчитать сколько нужно доярок, и что это для хозяйства будет очень затратным, нужно платить каждой зарплату, бонусы, а также не забывать об отпуске и выходных, что требует чрезмерных усилий и сложности не только в административном плане, но и в денежном сегменте.

Согласно статистике: на фермах Вологодской области с каждым годом увеличивается количество коров Голштинской породы, наиболее продуктивных в добыче молока. На начало 2024 года их численность составляет 84,3% от общего количества крупного рогатого скота в регионе. По оценкам экспертов, это на 25,8% больше, чем за аналогичный период 2023 года. В результате использование автоматизированных доильных машин является более прибыльным и рентабельным вложением средств в животноводческие фермы.

Каждый новый объект является новым шагом вперед к автоматизированному и технологически безопасному миру, шагом к более высоким результатам и стабильной экономике сельскохозяйственных предприятий.

В целом эффективное использование доильных машин на коллективных фермах Вологодской области играет ключевую роль в развитии животноводства и повышении производительности труда. Правильный выбор высококачественных установок, их регулярное обслуживание и обучение персонала, помогут добиться желаемых результатов и повысить не только рентабельность предприятия, но и качества молочных изделий в лучшую сторону. Отсутствие контакта молока с внешней средой, различных бактерий, которые наиболее вероятны при попадании в молоко при ручном труде, значительно повышает и качество молока, и его вкус.

### **Список литературы**

1. Животноводство – ОАО «Заря» – Текст электронный // zarya35.ru: [сайт]. – URL: <http://zarya35.ru/животноводство/>.
2. Патент на полезную модель № 184502 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Устройство для доения: № 2018117068: заявл. 07.05.2018: опубл. 29.10.2018 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, И. А. Коряковский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государствен-

ная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

3. Кузнецова, Н. И. Производственные исследования технологического процесса доения коров на ПДЦ / Н. И. Кузнецова, В. Н. Туваев, А. В. Туваев. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина/ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина. Том Выпуск 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003. – С. 74-79.

4. Кузнецова, Н. И. Влияние пропускной способности доильной установки с параллельно-проходными станками на эффективность эксплуатации пастбищных доильных центров / Н. И. Кузнецова, В. Н. Туваев. – Текст: непосредственный // сборник научных трудов, посвященных 100-летию со дня рождения ректора ВМИ проф. В.В. Сливко "Эффективные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004. – С.109-112.

5. Патент на полезную модель № 187616 U1 Российская Федерация, МПК А01J 9/04, А23С 3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки: № 2018127941: заявл. 30.07.2018: опубл. 13.03.2019 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова, Н. Т. Бежанян; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

6. Патент № 2706090 С1 Российская Федерация, МПК А23С 3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке: № 2018131860: заявл. 04.09.2018: опубл. 13.11.2019 / Н. Т. Бежанян, С. В. Гайдидей, И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

7. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова, А. И. Паутов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

8. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И. В. Зефирова, Н. И. Кузнецова, А. И. Паутов [и др.]; заявитель Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

9. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, М. Е. Шестаков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

10. Патент на полезную модель № 164742 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016103457/13: заявл. 02.02.2016 опубл. 10.09.2016 / В. И. Литвинов, Н. И. Кузнецова, В. А. Сухляев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

**УДК 303.732.4**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ХОДЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА**

*Волотина Яна Юрьевна, студент-бакалавр  
Кушмуратова Сабрина Джахонгировна, студент-бакалавр  
Мальцев Александр Вячеславович, студент-бакалавр  
Рапаков Георгий Германович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия  
Бабкин Алексей Иннокентьевич, студент-магистрант  
Мельниченко Евгений Александрович, студент-магистрант  
Цыганов Андрей Николаевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** статья посвящена вопросу методологии использования подходов искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленном комплексе (АПК) региона и цифровой трансформации сельскохозяйственных вузов. Рассматривается межвузовский опыт разработки проектными командами ВоГУ и Вологодской ГМХА систем управления квадрокоптером и беспилотным транспортным средством (БПТС) в задачах компьютерного зрения (КЗ) в ходе межотраслевого сотрудничества по цифровизации сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, цифровая трансформация, агропромышленный комплекс, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), мобильные робототехнические платформы (МРП), компьютерное зрение*

В ходе реализации требований Государственной федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на период 2017 – 2025 годов предполагается интенсивное внедрение специализированных цифровых платформ, которые обеспечивают эффективное администрирование на основе подходов ИИ, организацию стартапов для разработки умных систем АПК и создание передовых технологий для повышения эффективности хозяйственной деятельности за счет точного земледелия. Цифровая трансформация сельского хозяйства предполагает внедрение разнообразных многофункциональных робототехнических систем на основе требований проектного подхода. Для освоения цифровых компетенций на базе аграрных вузов Минсельхоза РФ выполняется переподготовка работающих специалистов и обучение студентов бакалавриата и магистратуры (Агроинженерия, профиль «Искусственный интеллект») по новым рабочим программам.

Современные требования использования достижений искусственного интеллекта и цифровой трансформации АПК обуславливают актуальность проектов по систематизации межвузовской и межотраслевой деятельности в части подготовки команд специалистов, обладающих цифровыми компетенциями, которые позволят ВУЗовским коллективам генерировать новые идеи и создавать умные продукты (УП). Цель работы состоит в анализе формирования командного подхода для вовлечения молодежи в сферу науки и высоких технологий на основе наукоемких задач ИИ, робототехники и КЗ. Практическая значимость исследования связана с использованием результатов разработки УП в ходе цифровизации сельского хозяйства. Научная новизна работы обусловлена изучением подходов робототехники и систем технического зрения (СТЗ) для БПЛА и МРП в задачах точного земледелия при реализации целей устойчивого развития [1, 2].

Реализация межвузовских наукоемких ИТ-проектов на основе командной студенческой работы ВоГУ (кафедра «Автоматики и вычислительной техники») и Вологодской ГМХА (кафедра «Технические системы в агробизнесе») ведется в течении 2 лет по следующим базовым направлениям:

- программирование и управление квадрокоптером;
- фотограмметрическая обработка цифровых изображений БПЛА и оценка вегетационных индексов;
- автоматизация управления агроботами на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) для СТЗ;
- разработка систем агрозрения для распознавания объектов в задаче реализации робототехнических систем в агробизнесе.

Результаты подтверждены участием в научно-технических конференциях (в том числе – «Интеллектуально – информационные технологии и интеллектуальный бизнес») (ИНФОС-2023, [https://vk.com/wall-161255119\\_3596?ysclid=ltvzekbx41933708252](https://vk.com/wall-161255119_3596?ysclid=ltvzekbx41933708252)); изданием научных публикаций ([https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=418824](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=418824)) и получением призовых мест (Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи НТТМ). Сформированы молодежные команды исследователей и разработчиков интеллектуальных систем на базе ИНС и алгоритмов анализа изображений, методов машинного обучения, программирования квадрокоптеров и беспилотных транспортных средств. Программное обеспечения (ПО) проектов разрабатывается на языке программирования Python в среде разработки PyCharm. Осуществляется развитие навыков участников команд по управлению инновационным проектом, организации работы команды, выстраиванию стратегии развития продукта, расчету экономической части проекта, продвижению и продаже IT-продукта, созданию его «упаковки», выполнению маркетингового аудита, поиску клиентов, проведению конкурентного анализа, ведению переговоров. Основными видами затрат на разработку ПО в ходе грантовой поддержки будут являться: исследование методов и разработка алгоритмов; оплата труда разработчиков и тестировщиков проекта; страховые взносы и налоги; прочие затраты.

Дальнейшая поддержка научных исследований потребует соответствующего материально-технического оснащения. Аппаратное обеспечение (АО) из перечня научно-образовательного оборудования (Табл. 1, позиции №№ 1-2) востребовано при разработке системы управления квадрокоптером в задачах компьютерного зрения. АО, представленное позициями №№ 3-11 (Табл. 1) необходимо для навигации беспилотного транспортного средства на основе систем технического зрения.

Таблица 1– Научно-образовательное оборудование

№	Наименование	Стоимость, руб.
1.	DJI Mini 4 Pro Fly More Combo (DJI RC 2)	232 000,00
2.	Квадрокоптер Autel Evo II 2 Pro V3 + Smart Controller	216 500,00
3.	Робототехническая платформа малый ровер «BROver-E4», базовая комплектация	350 000,00
4.	Комплект расширения для подготовке к АгроНТРИ	100 000,00
5.	Комплект расширения для подготовке к Олимпиаде НТО	150 000,00
6.	Соревновательный тулбокс	52 800,00
7.	Программируемый джойстик JoyBro	43 600,00
8.	Настроенный Wi-Fi роутер	20 000,00
9.	Вычислительный комплекс ROS-PC	148 300,00
10.	Микрокомпьютер Raspberry Pi 5 (8 Гб памяти)	16 950,00
11.	Мини ПК Beelink SER5 PRO(AMD Ryzen 7 5700U (до 4,3 ГГц), 32 Гб RAM DDR4,1Тб M.2 2280 NVMe SSD, W11 Pro)	32 200,00
	Итого:	1 362 350

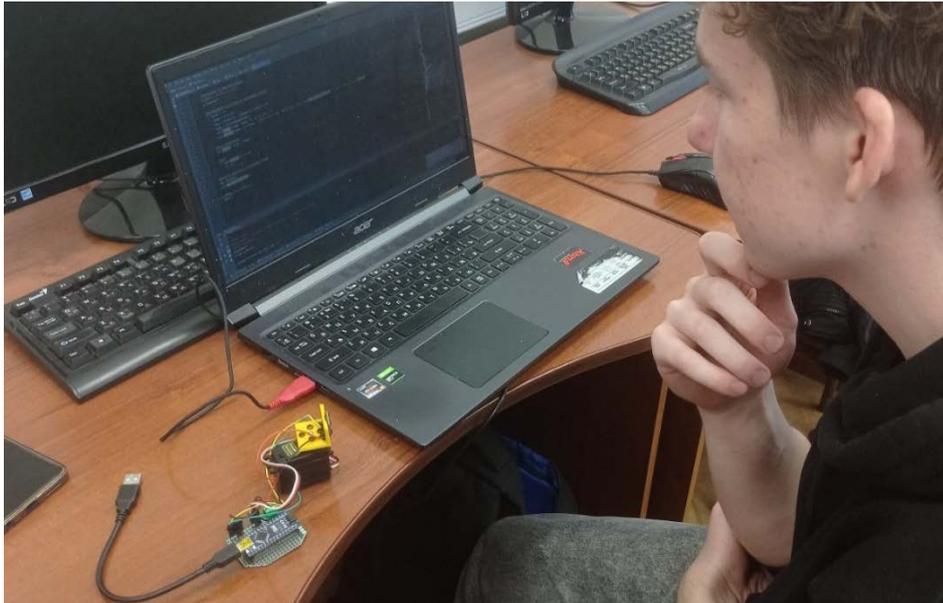


Рисунок 1 – Настройка лидара для мобильной робототехнической платформы

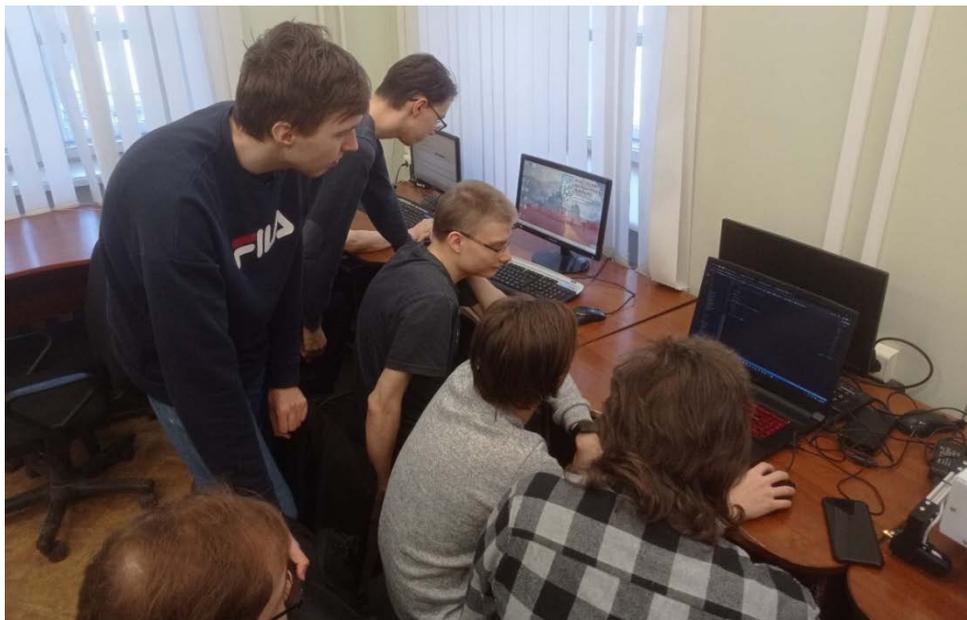


Рисунок 2 – Программирование мобильной робототехнической платформы

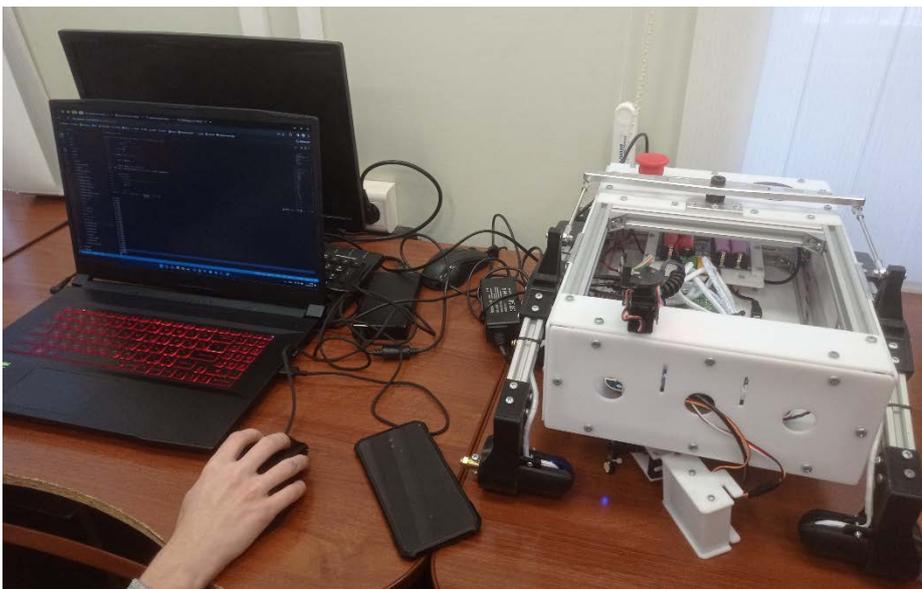


Рисунок 3 – Робототехническая платформа малый ровер B2Rover-E4

Результатом межвузовских работ по междисциплинарным проектам является достижения в программировании квадрокоптеров, цифровой обработке изображений БПЛА и разработке СТЗ для мобильных робототехнических платформ на основе ИНС. Дальнейшие перспективы исследований связаны с использованием КЗ для МРП на основе методов машинного обучения и геопространственной аналитикой результатов мониторинга опытно-экспериментального поля Вологодской ГМХА.

### Список литературы

1. Чутчева, Ю.В. Цифровые трансформации в сельском хозяйстве / Ю.В. Чутчева, Ю.С. Коротких, А.А Кирица. – Текст: непосредственный // Агроинженерия. – 2021. – № 5(105). – С. 53-58.
2. Виноградова, М.В. ИТ-компетенции выпускника аграрного вуза / М.В. Виноградова, А.С. Лылов. – Текст: непосредственный // АПК: инновационные технологии. – 2022. – № 2. – С. 74-78.
3. Идентификация по лицу в задаче управления квадрокоптером / А.В. Мальцев, Г.Г. Рапаков, Н.В. Дубов [и др.]. – Текст: непосредственный // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2023): материалы Четырнадцатой Международной научно-технической конференции (29-30 июня 2023 г.). – Вологда: ВоГУ, 2023. – С. 67-71.
4. Автоматизация управления агророботами на основе нейронных сетей для систем технического зрения в задачах агроинженерии / Д.Р. Шушков, Г.Г. Рапаков, В.М. Сливницин [и др.]. – Текст: непосредственный // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2023): материалы Четырнадцатой Международной научно-

технической конференции (29-30 июня 2023 г.). – Вологда: ВоГУ, 2023. – С.115-118.

5. Прикладной опыт разработки системы агрозрения для распознавания объектов по цвету и форме при реализации робототехнических систем в агробизнесе / Д.Р. Шушков, Г.Г. Рапаков, В.М. Сливницин [и др.]. – Текст: непосредственный // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2023): материалы Четырнадцатой Международной научно-технической конференции (29-30 июня 2023 г.). – Вологда: ВоГУ, 2023. – С. 119-121.

**УДК 303.732.4**

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БПЛА В ЗАДАЧАХ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

*Гасымов Барат Этибар оглы, студент-бакалавр*

*Южаков Алексей Сергеевич, студент-бакалавр*

*Крикунова Анастасия Александровна, студент-бакалавр*

*Рапаков Георгий Германович, науч. рук., к.т.н., доцент*

*ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

*Бабкин Алексей Иннокентьевич, студент-магистрант*

*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматриваются результаты компьютерное моделирование квадрокоптера при помощи робототехнического симулятора (РТС) Gazebo в задачах цифровой трансформаций сельского хозяйства региона.*

***Ключевые слова:** БПЛА, квадрокоптер, дрон, компьютерная симуляция, Gazebo, агроинженерия*

Значимую роль в задачах агроинженерии занимает применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Использование программируемых квадрокоптеров востребовано в таких агроинженерных проектах, как: мониторинг состояния растений и контроль в системе точного земледелия; выявление вредителей и болезней; обеспечение биологической защиты растений и внесение агрохимикатов; аэрофотосъемка и оценка вегетационного развития. Вместе с тем на практике разработчик сталкивается с множеством проблем, затрудняющих эффективную и безаварийную работу дрона при минимальных эксплуатационных затратах.

Актуальность работы обусловлена требованиями внедрения технологий искусственного интеллекта в сельское хозяйство региона. Цель работы состоит в исследовании методов компьютерного моделирования движения

ем квадрокоптера. Практическая значимость проекта связана с использованием результатов симуляции в многочисленных задачах агроинженерии. Научная новизна работы обусловлена изучением возможностей, которые предоставляет 3D робототехнический симулятор Gazebo, в ходе развития технологий беспилотной авиации агропромышленного комплекса (АПК) области.

Основными преимуществами PTC Gazebo над его ближайшими конкурентами, такими как Webots и V-REP являются: открытость исходного кода, что обеспечивает гибкость настроек и расширения функциональности; высокую физическую точность при симуляции объекта моделирования; богатую библиотеку моделей и плагинов робототехнических систем (дронов, мобильных роботов и манипуляторов) с возможностью расширения за счет авторских разработок; широкие возможности визуализации для отображения сцены симуляции, представления данных сенсоров и анализа поведения роботов при помощи инструментария RViz. Интеграция Gazebo с программной платформой ROS (Robot Operating System) позволяет перенести разработанную программу управления виртуальным роботом на реальный робототехнический объект, включая БПЛА [1].

При работе над проектом кроме ROS можно использовать другие системы программирования роботов (СПР) такие как: MORSE (Modular OpenRobots Simulation Engine), Webots и Player. Инструментарий Player предоставляет API и интерфейсы для обработки сенсорных данных и планирование движением роботов в симуляции. Профессиональное программное обеспечение (ПО) Webots содержит широкий перечень библиотек разработки и тестирования алгоритмов управления. Среда моделирования роботов MORSE по лицензии Open Source широко используется для создания сценариев симуляции совместно с Gazebo.

СПР с открытым исходным кодом ROS обеспечивает: поддержку множества готовых решений (управление движением, навигацию, компьютерное зрение, обработку данных и пр.); глубокую интеграцию с Gazebo (создание моделей роботов, мониторинг и управление, анализ данных симуляции, использование инструментов и пакетов ROS и пр.); гибкая архитектура ROS позволяет добавлять новые модули и пакеты, расширяя функциональность PTC; большое сообщество разработчиков обеспечивает активную поддержку предлагаемых решений. В силу целого ряда ограничений версия ROS1, в основном, используется для проверки концепции исследования или в ходе прототипирования с научными целями. Эксплуатация ROS2 отвечает требованиям промышленных стандартов в режиме real-time на основе концепции DDS (Data Distributed Services). Основными клиентскими библиотеками API, которые позволяют программистам разрабатывать собственный код для ROS являются: rclcpp – ROS Client Library for C++ (API для разработки узлов ROS2 на языке C++); rclpy – ROS Client Library for Python (API узлов ROS2 на Python); rmw – обеспечивает комму-

никацию ROS Middleware; rosidl – ROS Interface Definition Language (инструментарий интерфейсов сообщений, сервисов и действий);ament используется для сборки и управления пакетами [2, 3].

В ходе практической симуляции ROS2 обеспечивает поддержку следующих моделей дронов в исследовательских задачах, в ходе мониторинга селекционных процессов и картографирования местности: DJI Tello, Parrot Bebop 2, Intel Aero Ready to Fly Drone, Pixhawk-based Drones. В ходе библиографического анализа и сопоставления конкурирующих вариантов, выбор был остановлен на квадрокоптере DJI Tello с широким спектром возможностей. Инструментарий DJI Tello управлять навигацией дрона и решать многочисленный задачи компьютерного зрения, такие как детектирование человека, поиск маски человеческого лица, оценка позы человека, управление на основе движения рук и жестов пальцев.

Для использования в проекте была выбрана версия РПС Gazebo 11, представленная в 2020 году. Моделирование в Gazebo выполняется под управлением Ubuntu 22.04 LTS. Также возможна эксплуатация следующих версий операционной системы Linux: Ubuntu 16.04 LTS (Xenial Xerus), Ubuntu 18.04 LTS (Bionic Beaver) и Ubuntu 20.04 LTS [4].

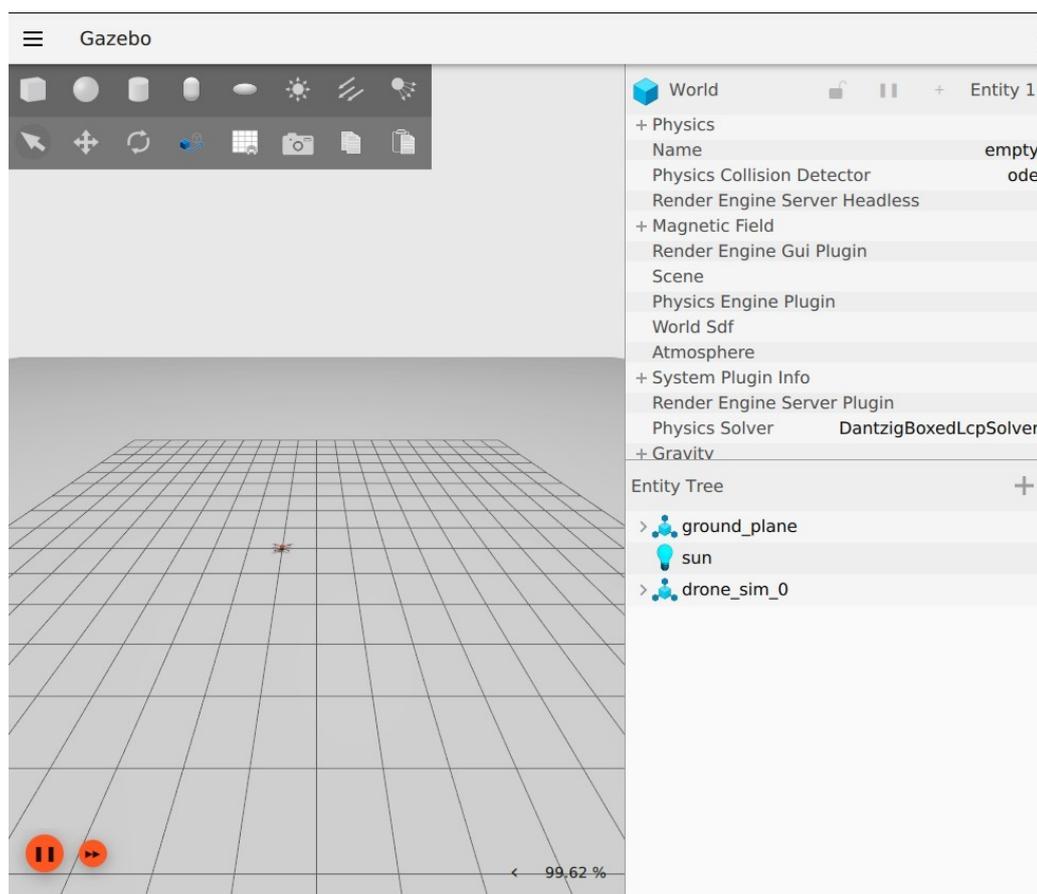


Рисунок 1 – Компьютерная симуляция квадрокоптера в РПС Gazebo

Основные этапы экспериментального исследования в ходе компьютерного моделирования проиллюстрированы на Рис. 1-3. Результат симуляции обеспечивает возможность программного управления движением БПЛА в реальном масштабе времени. Дальнейшие перспективы работы связаны с совместным использованием камеры квадрокоптера и модели системы технического зрения на основе методов машинного обучения.

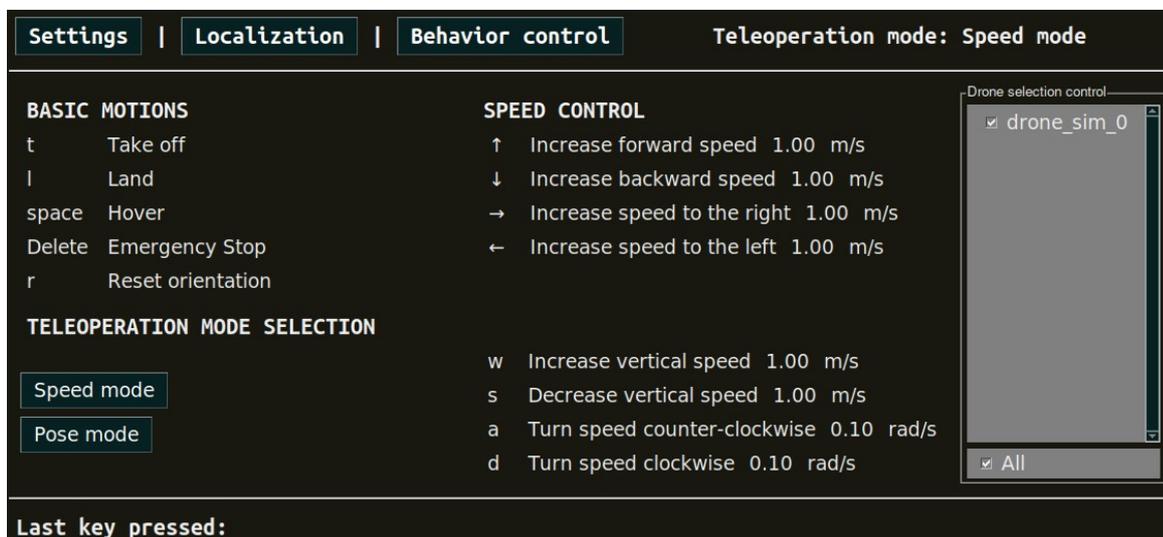


Рисунок 2 – Телеуправление БПЛА с клавиатуры

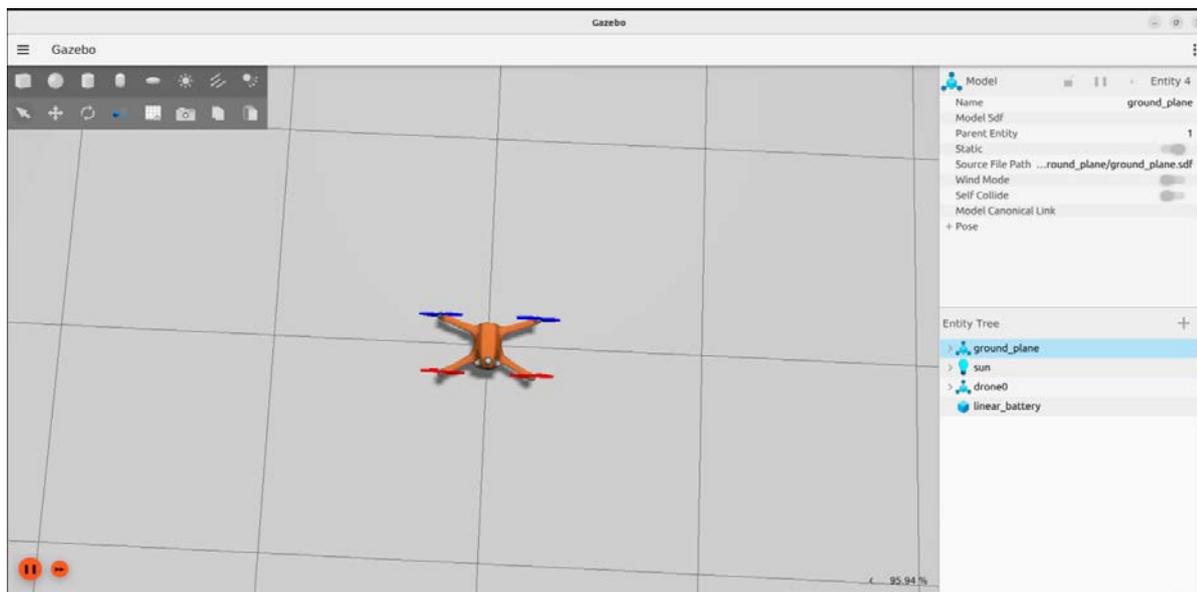


Рисунок 3 – Компьютерная модель дрона в Gazebo (вид сверху)

### Список литературы

1. Сурцуков, М.М. Вводное руководство по работе с Gazebo/ М.М. Сурцуков. – Москва, 2015. – 21 с. – Текст : непосредственный.
2. Goebel, P. ROS By Example: A Do-It-Yourself Guide to The Robot Operating System/ P. Goebel. – USA: Lulu.com, 2012. – 235 p. – Text: electronic.

3. Lentin, J. Robot Operating System (ROS) for Absolute Beginners / J. Lentin. – UK: Apress, 2018. – 282 p. – Text: electronic.
4. Robot simulation made easy. – Text: electronic. – URL:<https://classic.gazebo-sim.org/>

**УДК 677.11**

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА АДАПТЕРА ДЛЯ ШТАПЕЛИРОВАНИЯ ЛЬНОСЫРЬЯ**

*Даузе Леонид Васильевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье предложена конструктивно-технологическая схема адаптера для штапелирования льносырья для производства штапелированного льноволокна непосредственно на льнозаводе при малых финансовых затратах, позволяющая штапелировать льноволокно непосредственно в ленте низкой линейной плотности.*

***Ключевые слова** лен-долгунец, льнотреста, льнолента, штапелирование волокна*

Лён является стратегической культурой для сельского хозяйства Российской Федерации [1-10].

Основным сырьем на льнозаводе является льняная треста различных номеров. В последние годы зачастую всю, выращенную тресту также переводят в короткое волокно. Для этого ее пропускают на мяльно-трепальном агрегате, где большинство ее уходит в отходы или подают, минуя мяльно-трепальный агрегат на куделеприготовительный агрегат.

В связи с этим на льнозаводе необходимо иметь машину для переработки льняной ленты грубого чесания в штапелированное волокно.

Основой функционирования любого льнозавода является невысокая себестоимость переработки льна. Важную роль при этом играет глубокая переработка короткого или однотипного льноволокна в штапелированное волокно различных характеристик, используемое для производства очищенного модифицированного волокна, ваты, утеплителей, композитных и строительных материалов, ценных бумаг, пороха, целлюлозы и т.д. Поэтому необходимо разрабатывать новые технологии и оборудование для штапелирования льна.

В современных условиях финансирования отрасли первичной обработки льна невозможно проводить обработку льноволокна, не применяя при этом энергосберегающее оборудование. Такое оборудование должно реализовывать упрощенную технологию переработки волокна.

Необходимость разработки более совершенного оборудования для штапелирования льносырья, предусматривает производство волокна нужной длины и линейной плотности, при этом механизмы должны быть надежными, высокопроизводительными, максимально адаптированы к условиям отечественных льнозаводов и иметь невысокую металло-энергоёмкость и стоимость.

Полностью ориентируясь на эти требования, предложена конструктивно-технологическая схема адаптера для штапелирования льносырья в непрерывном технологическом потоке (рис. 1).

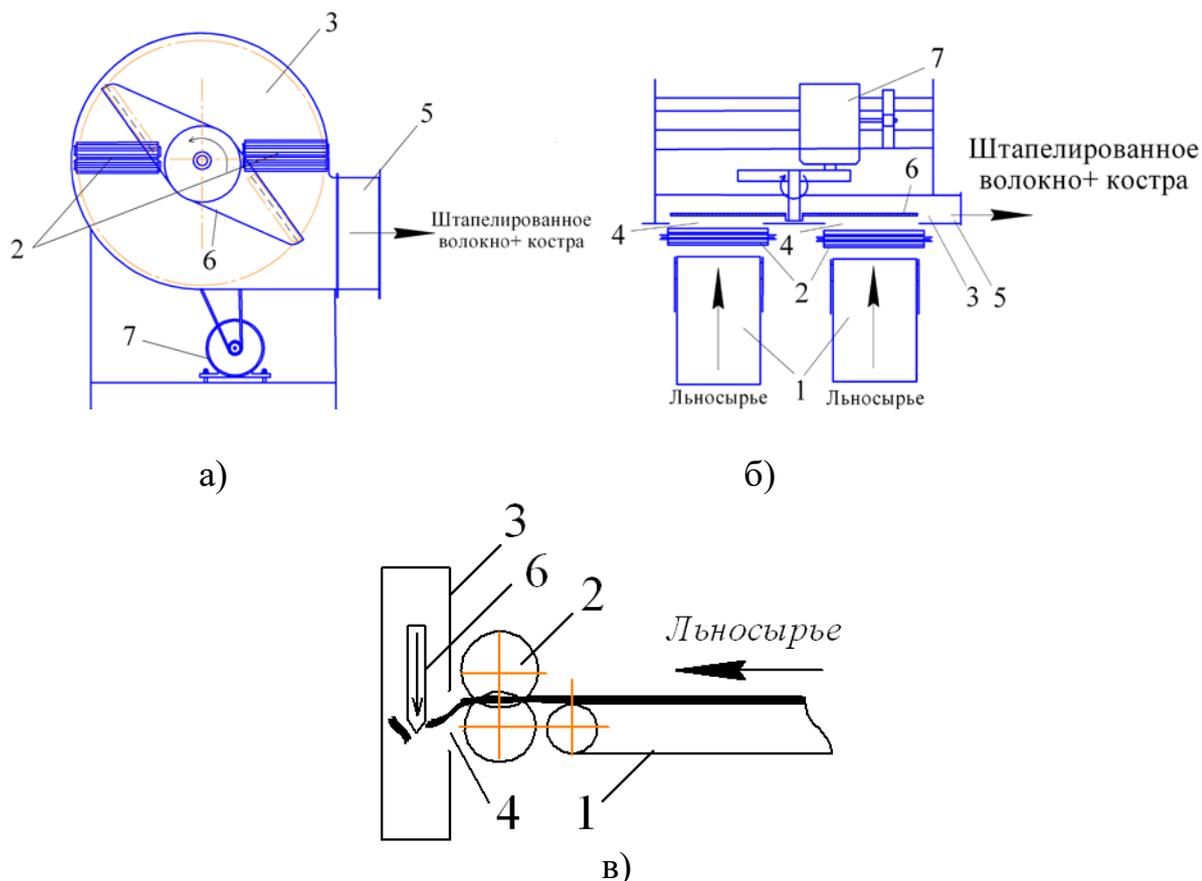


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема адаптера для штапелирования льносырья в непрерывном потоке:

- 1 – питающие транспортеры; 2 – узлы питания и промина в виде вальцов;
- 3 – рабочая камера, 4 – пазы для ввода материала;
- 5 – патрубок для вывода штапелированного волокна;
- 6 – рабочий орган; 7 – привод

Адаптер работает следующим образом. Льносырье в виде слоя, ленты из рулона или кипы по двум питающим транспортерам 1 подается в питающие вальцы 2, которые нарушают связь волокна с древесиной, подают материал в рабочую камеру 3 через пазы 4 и удерживают его при переработке. В рабочей камере 3 обрабатываемый материал подвергается воздействию со стороны заточенных режущих кромок плоского рабочего органа

б, а так как они заточены определенным образом, то при вращении рабочего органа б по обрабатываемому материалу наносятся удары, в результате которых материал рубится (режется) на нужную длину. Процесс резки (рубки) проходит одновременно обеими заточенными режущими кромками рабочего органа б в одной плоскости и при определенном угле наклона кромок к горизонтальной плоскости, что обеспечивает отброс волокна от центра к его периферии, то есть к внутренней поверхности кожуха рабочей камеры 3. Льносырье, поступающее в обработку с левого лотка, получает воздействие от рабочего органа сверху, а с левого стола – воздействие снизу. Полученные волокна вместе с кострой и пылью удаляются из рабочей камеры 3 потоком воздуха, создаваемым вращением рабочего органа и вентилятором, через боковой выход 5 на очистку.

Применение двух питающих транспортеров позволяет штапелировать льносырье на нужную длину с повышенной производительностью. Повышение качества волокна будет достигаться путем переработки ленты в волокне, прошедшей переработку методом разрыва в грубочесальной машине. В итоге волокно сначала будет переработано методом неконтролируемого разрыва, а затем методом резки, что обеспечит достаточное разволокнение и получение нужной длины волокон, что требуется достичь применением адаптера.

Один рабочий орган значительно упрощает конструкцию адаптера, повышает её надежность, уменьшает металло-энергоёмкость и занимаемую площадь.

В технике широко распространена механическая технология штапелирования волокна с использованием подготовки короткого волокна в кардочесальных и ленточных машинах, которая позволяет на стадии подготовки эффективно разволокнить продукт, однако не превалирует какой-либо способ механического штапелирования и в равной степени применяются разрыв, резка и высокоскоростное поперечное расщипывание волокна, не отдается также явного предпочтения штапелированию в массе или в ленте. Для выпуска штапелированного волокна с минимальными затратами средств, времени на переоборудование и производство необходимо универсальное оборудование, которое вписывалось бы в существующий льнозавод с минимальным вложением финансовых средств.

Недостатками линий штапелирования являются: большая металло-энергоёмкость, высокая их цена, часто невысокая производительность и невозможность оперативной переналадки в процессе работы отдельного оборудования в зависимости от изменяющихся свойств исходного сырья.

Разработанная конструктивно-технологическая схема для штапелирования льносырья, содержит два питающих транспортера две пары питающих вальцов для подачи волокна в рабочую камеру, одного рабочего органа в виде пластины с заточенными режущими кромками, расположенными в одной плоскости под углом к горизонту. При переработке ленты,

прошедшей переработку методом разрыва в грубочесальной машине, адаптер совместно с этой машиной будет комбинировать методы неконтролируемого разрыва с методом резки, что обеспечит достаточное разволокнение, получение нужной длины и массовой доли волокон.

### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Шушков, Р.А. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4 (24). – С. 99-111.
3. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молодежь и инновации – 2013: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых: в 4-х частях. 2013. – С. 348-351.
4. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2014. – № 1. – С. 20-21.
5. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 84-92.
6. Патент 2524265. Российская Федерация. Устройство для сушки рулонов льна: №2012152685/13: заявл. 06.12.2012: опубл. 27.07.2014 / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский, Н.Н. Кузнецов, В.Д. Попов, А.В. Зыков, А.Н. Власенков. – 7 с. – Текст: непосредственный.
7. Шушков, Р.А. Пункт досушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: материалы Международной научно-практической конференции: 100 лет в диалоге с наукой. 2013. – С. 134-136.
8. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Международный агроэкологический форум: материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 141-146.

9. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.

10. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

**УДК 631.152.2**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Евшин Данил Николаевич, студент-магистрант  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** уборка урожая, в том числе и зерновых культур, наиболее ответственный и ресурсозатратный этап производства продукции растениеводства. Поэтому решение вопросов по совершенствованию технологии уборки зерновых культур на данный момент является актуальной тематикой.*

***Ключевые слова:** двигатель, сгорание топлива, тепловые потери*

Если бы существовал идеальный двигатель без каких-либо потерь (как тепловых, так и потерь на трение и привод действующих деталей) то он смог бы выдать намного большую мощность, используя всю энергию, получаемую при сгорании газов, а также при сгорании топлива [1].

Тепловые потери в большинстве случаев составляют очень большой процент от общих потерь возникающих в двигателе внутреннего сгорания. Поэтому снизить их действие, можно, если мы значительно повысим мощность. Мощность нужно повышать без добавления дополнительного топлива, это будет гарантировать то, что расход не только не увеличится, но и уменьшится [2].

Производители двигателей современного поколения постоянно работают над тем, чтобы снизить тепловые потери во время работы двигателя,

но из-за дорогой стоимости технологических операций, нет возможности использовать их в классических двигателях внутреннего сгорания.

Причины появления потерь связаны чаще всего с разностью температур имеющихся поверхностей, которые соприкасаются с пламенем: цилиндров, поршней, клапанов, камер сгорания, и разгоряченными газами, образованными при сгорании топлива [3]. Внутренние поверхности могут нагреваться до 300 градусов, тогда как температура раскаленных газов смеси горячее почти в 8 раз и составляет около 2500-3000 градусов. В момент работы двигателя - когда газы толкают поршень вниз происходит переход части тепла от воспламененного топлива к стенкам камеры сгорания поршня, клапанов и цилиндров двигателя. В результате данного действия эффективное давление, которое толкает рабочий поршень, значительно уменьшается и как следствие значительно уменьшается крутящий момент, и мощность двигателя [4].

Наибольший переход тепла будет происходить в момент воспламенения и нарастания давления топлива, когда поршень находится близко от верхней мертвой точки. Чем больше будет давление, тем выше процент тепла, который перейдет на металлические части двигателя, а после перейдет в систему охлаждения. Это объясняется тем, что при повышенном давлении повышается температура и тем самым больше молекул приходит в движение, соприкасаясь с внутренними стенками двигателя [5]. При работе поршня вниз и расширении сгоревшего топлива, снижается давление и температура сгоревшей смеси. Тепловые потери работающего двигателя при снижении положения поршня на 31% вниз от верхней мертвой точки, имеют гораздо меньшие величины [6].

Основные тепловые потери в двигателях внутреннего сгорания приходятся на поверхности деталей: клапанов, поршня и камеры сгорания. Чтобы снизить потери КПД в двигателе существует несколько технических решений: уменьшение поверхности, с которой будут соприкасаться рабочие газы с поверхностями внутри цилиндра, использование теплоизолирующих материалов, которые смогли бы защитить главные поверхности от сильного перегрева и тем самым уменьшить тепловые потери работающего ДВС, полировкой поверхностей можно достичь уменьшения поверхности сопротивления. - по сути это тоже уменьшение поверхности соприкосновения [7].

Таблица 1 – Примерные прибавки мощности при использовании термоизолирующих покрытий

Камеры сгорания с теплоизолирующими поверхностями	3-5%
Клапаны с термоизолирующими покрытиями	2-4%
Поршни с термоизолирующими покрытиями	3-7%

Если замена обычных деталей на детали с термоизолирующей поверхностью может оказаться дорогостоящим и не подходит для всех видов двигателей, то полировка деталей является доступной и дешевой операцией [8].

Таблица 2 – Примерные величины прибавки мощности при полировке деталей

Полировка камеры сгорания	0,6-1,0%
Полировка клапанов	0,6-0,7%
Полировка рабочей поверхности поршней	1,2-1,8%

Таким образом, за счет смены обычных деталей на детали с теплоизолирующими покрытиями, прибавка мощности составит от 3 до 7 % [9,10].

Если использовать полировку камеры сгорания, клапана и поршни прибавка мощности составит от 0,6 до 2%.

### Список литературы

1. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефиоров, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Агротехника. – 2020. – Том 3. – № 2. – С.1-11.
2. Бирюков, А.Л. Расчет параметров сушки зернового вороха в зерноуборочном комбайне за счет теплоты отработавших газов двигателя / А.Л. Бирюков, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научнопрактической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. Часть 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – С.133-136.
3. Патент 2754445. Российская Федерация. Зерновой элеватор зерноуборочного комбайна: №2021103210; заявл. 10.02.2021; опубл. 02.09.202 / А.Л. Бирюков [и др.]. – Текст: непосредственный.
4. Патент 167119. Российская Федерация. Газогенератор: № 2016113670/05; заявл. 08.04.2016; опубл. 08.04.2021 / А.Л. Бирюков, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный.
5. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – С. 99-111.
6. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных свойств бензиновых двигателей за счет применения топливоводяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А.

Коптяев. – Текст: непосредственный // Международная научно-техническая конференция. – 2007. – С. 342-346.

7. Бирюков, А.Л. Оценка качественных показателей образования топливно-водяных смесей в системах питания бензиновых двигателей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – 2007. – С. 142-146.

8. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // В сборнике: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – 2009. – С. 119-126.

9. Бирюков А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей / А.Л. Бирюков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Текст: непосредственный.

10. Бирюков, А.Л. Результаты эксплуатационных испытаний автомобильного двигателя ВАЗ-21110 при работе на топливно-водной смеси / А.Л. Бирюков. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – С. 45-50.

**УДК 631.152.2**

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

*Евшин Данил Николаевич, студент-магистрант  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** уборка урожая, в том числе и зерновых культур, наиболее ответственный и ресурсозатратный этап производства продукции растениеводства. Поэтому решение вопросов по совершенствованию технологии уборки зерновых культур на данный момент является актуальной тематикой.*

***Ключевые слова:** ресурсосберегающие технологии, зерновые культуры, уборка зерновых культур, комбайн, выгрузка зерна*

Если бы существовал идеальный двигатель без каких-либо потерь (как тепловых, так и потерь на трение и привод действующих деталей) то он смог бы выдать намного большую мощность, используя всю энергию, получаемую при сгорании газов, а также при сгорании топлива. Тепловые

потери в большинстве случаев составляют очень большой процент от общих потерь возникающих в двигателе внутреннего сгорания. Поэтому снизить их действие, можно, если мы значительно повысим мощность. Мощность нужно повышать без добавления дополнительного топлива, это будет гарантировать то, что расход не только не увеличится, но и уменьшится.

Производители двигателей современного поколения постоянно работают над тем, чтобы снизить тепловые потери во время работы двигателя, но из-за дорогой стоимости технологических операций, нет возможности использовать их в классических двигателях внутреннего сгорания.

Причины появления потерь связаны чаще всего с разностью температур имеющихся поверхностей, которые соприкасаются с пламенем: цилиндров, поршней, клапанов, камер сгорания, и разгоряченными газами, образованными при сгорании топлива. Внутренние поверхности могут нагреваться до 300 градусов, тогда как температура раскаленных газов смеси горячее почти в 8 раз и составляет около 2500-3000 градусов. В момент работы двигателя - когда газы толкают поршень вниз происходит переход части тепла от воспламененного топлива к стенкам камеры сгорания поршня, клапанов и цилиндров двигателя. В результате данного действия эффективное давление, которое толкает рабочий поршень, значительно уменьшается и как следствие значительно уменьшается крутящий момент, и мощность двигателя.

Наибольший переход тепла будет происходить в момент воспламенения и нарастания давления топлива, когда поршень находится близко от верхней мертвой точки. Чем больше будет давление, тем выше процент тепла, который перейдет на металлические части двигателя, а после перейдет в систему охлаждения. Это объясняется тем, что при повышенном давлении повышается температура и тем самым больше молекул приходит в движение, соприкасаясь с внутренними стенками двигателя. При работе поршня вниз и расширении сгоревшего топлива, снижается давление и температура сгоревшей смеси. Тепловые потери работающего двигателя при снижении положения поршня на 31% вниз от верхней мертвой точки, имеют гораздо меньшие величины.

Основные тепловые потери в двигателях внутреннего сгорания приходятся на поверхности деталей: клапанов, поршня и камеры сгорания.

Чтобы снизить потери КПД в двигателе существует несколько технических решений: уменьшение поверхности, с которой будут соприкасаться рабочие газы с поверхностями внутри цилиндра, использование теплоизолирующих материалов, которые смогли бы защитить главные поверхности от сильного перегрева и тем самым уменьшить тепловые потери работающего ДВС, полировкой поверхностей можно достичь уменьшения поверхности сопротивления – по сути это тоже уменьшение поверхности соприкосновения.

Если замена обычных деталей на детали с термоизолирующей поверхностью может оказаться дорогостоящим и не подходить для всех видов двигателей, то полировка деталей является доступной и дешевой операцией.

Таким образом, за счет смены обычных деталей на детали с теплоизолирующими покрытиями, прибавка мощности составит от 3 до 7 %.

Если использовать полировку камеры сгорания, клапана и поршни прибавка мощности составит от 0,6 до 2%.

Принципиальную основу ресурсосберегающих технологий составляет совокупность технических средств и процессов, обеспечивающих производство продукции с минимально возможным потреблением топлива и других источников энергии, а также сырья, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов для технологических целей, что, в свою очередь, требует постоянного совершенствования имеющихся, а порой и разработки новых технологий производства.

Актуальность вопросов технологического совершенствования и переоснащения производства продукции растениеводства диктуется такими проблемами отрасли, как постоянно увеличивающиеся затраты на производимую продукцию из-за применения многооперационных технологий ее производства, старение и снижение количественного состава парка зерноуборочных комбайнов, приводящее к нагрузке на единицу техники, и как следствие, потерям из-за нарушения агротехнологических сроков уборки урожая в случае возникновения отказов, постоянный рост цен на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения, средства защиты растений и услуги, оказываемые сельхозтоваропроизводителями, при сравнительно низких ценах на производимую продукцию.

Уборка урожая, в том числе и зерновых культур – наиболее ответственный этап производства продукции растениеводства. Конечно же, чтобы вырастить урожай требуются большие затраты труда, энергии и технических ресурсов, но и уборка урожая без потерь и с минимальными затратами – задача далеко не из легких. Потери во многом определяются сроками и продолжительностью уборки урожая, а также спелостью зерна во время уборки, которая, в первую очередь, характеризуется его влажностью. Чтобы максимально сохранить питательные свойства колосовых культур и обеспечить при этом минимальные потери, зерно убирают в фазах восковой и полной спелости. Таким образом, сроки уборки зерновых культур весьма и весьма ограничены. Уборка урожая – один из самых главных действий, который требует ответственности и энергозатратности процессов производства.

Главная причина больших потерь при сборке урожая на территории России – это сложные климатические условия для возделывания зерновых культур. Особенно это проявляется в зоне рискованного земледелия.

Как итог одним из путей повышения надежности уборки выращенного урожая зерновых является использование теплоты отработанных газов двигателя зерноуборочного комбайна для предварительной сушки зерна.

### Список литературы

1. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Агрозоотехника. – 2020. – Том 3. – № 2. – С.1-11.
2. Бирюков, А.Л. Расчет параметров сушки зернового вороха в зерноуборочном комбайне за счет теплоты отработавших газов двигателя / А.Л. Бирюков, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научнопрактической конференции, посвященной дню рождения Николая Васильевича Верещагина. Часть 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – С.133-136.
3. Патент 2754445. Российская Федерация. Зерновой элеватор зерноуборочного комбайна: №2021103210; заявл. 10.02.2021; опубл. 02.09.2021 / А.Л. Бирюков [и др.]. – Текст: непосредственный.
4. Патент 167119. Российская Федерация. Газогенератор: № 2016113670/05; заявл. 08.04.2016; опубл. 08.04.2021 / А.Л. Бирюков, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный.
5. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – С. 99-111.
6. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных свойств бензиновых двигателей за счет применения топливоводяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Международная научно-техническая конференция. – 2007. – С. 342-346.
7. Бирюков, А.Л. Оценка качественных показателей образования топливоводяных смесей в системах питания бензиновых двигателей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – 2007. – С. 142-146.
8. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // В сборнике: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – 2009. – С. 119-126.

9. Бирюков А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей / А.Л. Бирюков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Текст: непосредственный.

10. Бирюков, А.Л. Результаты эксплуатационных испытаний автомобильного двигателя ВАЗ-21110 при работе на топливно-водной смеси / А.Л. Бирюков. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – С. 45-50.

**УДК 631.553**

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ ИЗ ТРАВ**

*Загустина Валерия Федоровна, студент-бакалавр  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** рассмотрена возможность выбора технологии заготовки кормов из трав с помощью программы управления технологиями заготовки кормов из трав. Рассмотрены основные блоки программы.*

***Ключевые слова:** заготовка кормов, корма из трав, программа управления технологиями заготовки кормов из трав, проявление*

Существенное влияние на качество корма оказывает выбор технологии заготовки корма, что зависит от целого комплекса природно-хозяйственных условий: потребности в разных видах корма, погодных условий в период заготовки кормов, наличия техники в хозяйстве и других факторов. Выбор технологии возможен с помощью специализированного программного обеспечения. Например, программа управления технологиями заготовки кормов из трав [1] выполнена в среде электронных таблиц Microsoft Excel. Такое решение позволяет специалисту хозяйства, который не является программистом, но имеет элементарные навыки работы в Excel, вносить изменения в программу, выполнять вычисления и осуществлять выбор технологии.

На первом листе располагается Главное меню (ГМ) программы (рисунок 1). Оно представляет собой несколько блоков:

- Анализ погодных условий
- Вид корма
- Расчет потерь
- Технико-экономический расчет

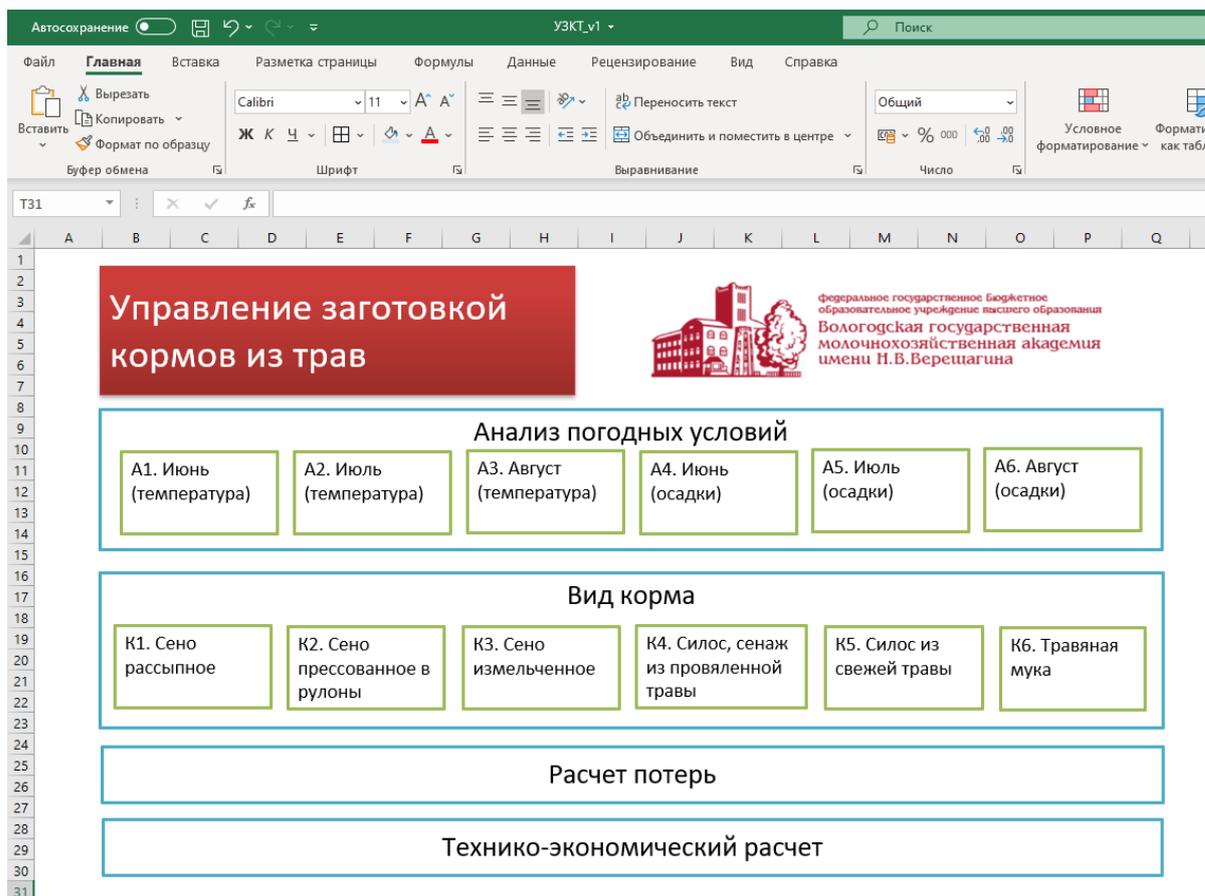


Рисунок 1 – Главное меню программы

На производственные процессы заготовки кормов из трав большое влияние оказывают погодные условия, так как сроки уборки трав ограничены фенологическими сроками биологического развития трав. Практически при заготовке всех видов кормов из трав предусматривается удаление из травы части влаги путем её провяливания. Операция провяливания требует длительного времени и хороших погодных условий. В условиях Вологодской области для провяливания травы необходимо 2...6 дней при теплой, умеренно ветреной погоде.

Блок «Анализ погодных условий» позволяет выполнять статистический анализ осадков, анализ вероятности благоприятных погодных условий, Анализ изменения температуры воздуха.

Расчет технологий по виду корма выполняется в блоке «Вид корма», который включает шесть листов по основным видам корма:

- K1. Сено рассыпное.
- K2. Сено, прессованное в рулоны.
- K3. Сено измельченное.
- K4. Силос, сенаж из провяленной травы.
- K5. Силос из свежей травы.
- K6. Травяная мука.

Технологии заготовки кормов из трав состоят из ряда операций, которым подвергается трава для того, чтобы превратиться в корм того или другого вида.

Скашиваемая трава имеет влажность 70...80%. Для удаления лишней влаги применяется операция провяливания, продолжающаяся от 1 до 3 и более дней в зависимости от требуемой конечной влажности корма и погодных условий.

В процессе функционирования технологии трава проходит все операции, то есть технологию можно представить, как динамическую систему, развивающуюся как во времени, так и в пространстве координат состояния травы (рисунок 2). Изменение состояния травы происходит под действием машин, выполняющих конкретные операции [2, 3, 4].

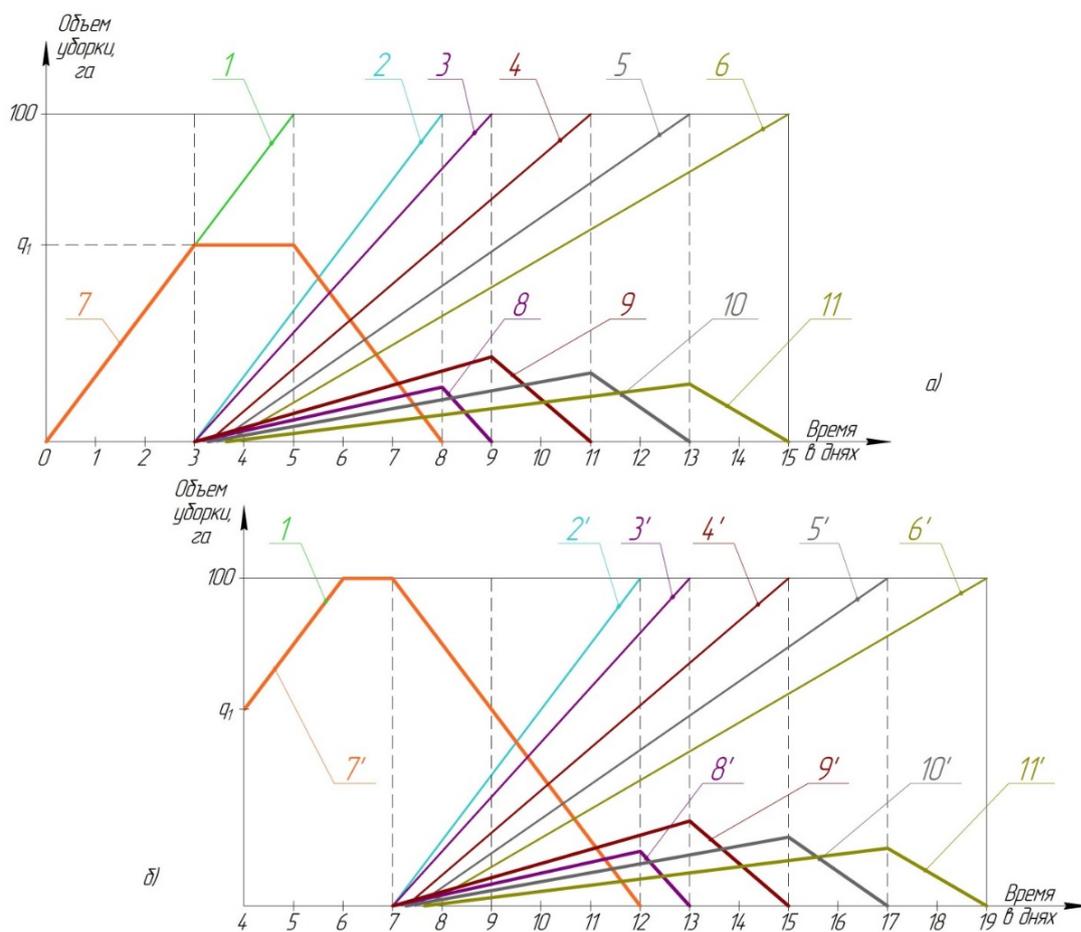


Рисунок 2 – Динамика технологий заготовки кормов с провяливанием по операциям: а) при отсутствии осадков в период уборки; б) при выпадении осадков на четвертый день уборки

1 – кошение; 2 – сгребание; 3 – подбор; 4 – погрузка; 5 – транспортировка к хранилищу; 6 – укладка в хранилище; 7, 8, 9, 10 и 11 – количество травы соответственно на провяливание, на подбор, на погрузку, на транспортировку и на укладку в хранилище; со знаком «'» показаны операции и количество травы для случая с выпадением осадков

Расчет потерь корма и питательных веществ при скашивании, провяливания и транспортировке выполняется в блоке «Расчет потерь».

Расчет технико-экономических показателей выполняется в блоке «Технико-экономический расчет». Основными показателями являются следующие: энергоемкость (кВт·ч/ед.); трудоемкость (чел.-ч/ед.); металлоемкость (т/ед.), удельный расход топлива (т/ед.), а также продолжительность выполнения работ (чел.-дн.).

Программа управления технологиями заготовки кормов из трав будет способствовать проведению оперативных расчетов при выборе оптимальных вариантов технологий, отдельных технологических операций заготовки кормов из трав, с учетом погодно-климатических условий, имеющейся базы данных технических средств, режима работы. Использование такого программного продукта позволит специалистам сельскохозяйственных организаций принимать рациональное технологическое решение в процессе заготовки кормов, как в режиме реального времени, так и на перспективу. Существенным достоинством такого программного продукта является возможность предварительного многократного виртуального проигрывания различных ситуаций.

### Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020667046 Российская Федерация. Программа управления технологиями заготовки кормов из трав: № 2020662324: заявл. 19.10.2020: опубл. 21.12.2020 / С.В. Гайдидей; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина». – Текст: непосредственный.
2. Попов, В.Д. Анализ процесса сушки травы / В.Д. Попов, А.М. Валге, А.И. Сухопаров, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 88. – С. 103-110.
3. Валге, А.М. Определение компонент уравнения сушки травы по экспериментальным данным / А.М. Валге, А.И. Сухопаров, С.В. Гайдидей, И.В. Ерохин. – Текст : непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1(25). – С. 77-83.
4. Соколов, Б. В. Модель управления технологическим процессом заготовки силоса / Б.В. Соколов, А.И. Сухопаров, С.В. Гайдидей. – Текст : непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 1(110). – С. 133-142.

*Захаркина Светлана Алексеевна, студент-магистрант  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрена технология хранения картофеля после его уборки в соответствии с его температурно-влажностным режимом, а также способы закладки с учетом требований к хранению и сохранение целостности.

**Ключевые слова:** температура, влажность, хранение, сохранение, методы уборки

После сбора урожая возникает вопрос о его сохранении. В том числе о том, как сохранить внешнюю форму и его целостность. Хранение клубней картофеля зависит от следующих параметров: способ выращивания; сборка клубней; сорт; перевозка; хранение в бункере; влажность, температура, и освещение в бункере.

Есть несколько способов погрузки клубней картофеля в бункер: поточный, перевалочный и прямоточный. *Поточный метод* - уборка комбайном или копателем, сортировка и отделение от примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хранение. Сравнивая разные технологии, при поточном методе клубням картофеля наносится наибольшее количество различных механических повреждений. При использовании *перевалочного* метода – клубни картофеля должны быть выдержаны временно на пункте в буртах перед закладкой их на хранение или сортированием. Применение этого способа является обязательным, если есть значительное поражение клубней фитофторозом, мокрой гнилью, или если уборка проводится в неблагоприятную холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах. *Прямоточный метод* – это когда, доставленный с поля картофель сразу закладывается на хранение без осеннего сортирования и выдержки. При этом допускается примесь почвы в ворохе (в основном, в виде комков) до 15-20% [1].

При долговременном хранении клубней картофеля лучше использовать прямоточный метод, если прямоточный метод не подходит, то лучше использовать перевалочный метод. При использовании поточного метода загрузки корнеплода, высокая вероятность механического повреждения, потеря картофеля вырастает в 2 раза по сравнению с прямоточным методом.

Чтобы уменьшить потери и сохранить клубни, необходимо поддерживать температурный и влажностный режим, а также освещение.

Картофель проходит фазу сушки – это первый и очень важный этап хранения картофеля. Свежеубранные клубни картофеля активно «дышат», картофель становится влажным из-за выделяемого большого количества влаги. Если картофель убрали и сортировали с многочисленными различными механическими повреждениями при плохих погодных условиях, в этом случае особенно необходимо провести обсушивание. Для этого при загрузке картофеля на склад непрерывно и последовательно используется наружный воздух. Температура воздуха не должна быть ниже 10°C. Время сушки зависит от состояния картофеля. Если картофель сухой, проветривайте его 1-1,5 дня, влажный и холодный – 2,5-3 дня. Вытяжные клапаны вентиляционной системы помещения склада во время сушки должны быть открыты [2].

Так называемый этап обработки проводится с целью заживления механических повреждений, полученных при уборке и транспортировке картофеля, и дальнейшей подготовки клубней к длительному хранению.

Продолжительность лечебного периода зависит от температуры воздуха. При температуре 18-20°C – 14-16 дней, при 14-16°C – 20-25 дней, при 12-14°C – 30-35 дней. При температуре ниже 10°C залечивания повреждений клубней не происходит. Наиболее активное залечивание повреждений происходит при температуре около 18°C.

После завершения лечебного периода наступает период охлаждения. В том случае, когда клубни картофеля не имеют значительных механических повреждений, и, если они здоровы, температуру в насыпи постепенно уменьшают на 0,5°C в сутки в течение 20-30 дней до температуры хранения. Сильно механически травмированный и имеющий признаки поражения болезнями картофель охлаждают более интенсивно, в среднем на 1°C в сутки. Проветривают воздухом температуры на 2-3°C ниже той температуры, которая есть в клубневой картофельной насыпи. Если температура наружного воздуха имеет минусовые значения, то необходимо вентилировать смесью наружного и приточного воздуха (температура смеси не ниже +0,5°C). Более интенсивное вентилирование не рекомендуется, так как у многих сортов картофеля оно может привести к потемнению мякоти [3].

При небольшом количестве кислорода клубни темнеют, а при повышенном содержании углекислого газа клубни погибают. Наилучшей пропорцией воздуха 15-20% кислорода и не более 1% углекислого газа и относительная влажность 90-95%. При этом температуру удерживают в пределах 1-2°C и не допускают запотевания картофеля.

Последним этапом является хранение в весенний период. Это самый сложный и ответственный период для картофеля, который является семенным, потому что, если будет задержка с посадкой, клубни начинают прорастать под воздействием тёплого воздуха, поступающего через ворота. Проросшие клубни высаживаются с большими пропусками, у них снижа-

ются семенные качества, что не желательно. Всё это приводит к значительному снижению урожайности.

В целях контроля качества семенного картофеля необходимо проводить клубневые анализы перед закладкой на хранение, а также перед посадкой.

В результате данной работы можно заключить, что при правильном хранении, можно минимизировать потери клубней, сохранив внешнюю форму и его целостность.

### Список литературы

1. Технологии хранения картофеля различного назначения – Текст электронный // agroxxi.ru: [сайт]. – URL: <https://www.agroxxi.ru/kartofel/kartofel-hranenie/tehnologi-hranenija-kartofelja-razlichnogo-naznachenija.html>.
2. Режимы хранения картофеля, система вентиляции и охлаждения воздуха Температурно-влажностные режимы хранения в зависимости от назначения картофеля – Текст электронный // studfile.net: [сайт]. – URL: <https://studfile.net/preview/1861817/page:5/>.
3. Ивановская, В.Ю. Типология районов Вологодской области по объемам сельскохозяйственного производства / В.Ю. Ивановская. – Текст: непосредственный // Оригинальные исследования. – 2020. – Т. 10. – № 10. – С. 180-187.

УДК 631.363.7

### К ВОПРОСУ ДОЗИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

*Иванов Николай Васильевич, студент-магистрант  
Ратников Евгений Сергеевич, студент-магистрант  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: в статье предложены возможные способы дозирования кормовых смесей, исследованы особенности различных вариантов применения дозаторов в сельском хозяйстве*

*Ключевые слова: дозатор, корм, смесь, животные, кормление*

Основным элементом технологического процесса комбикормового цеха является дозатор-смеситель, который должен обеспечивать качественное смешивание компонентов корма в соответствии с предъявляемыми требованиями. Эффективная работа смесителя, зависит от дозаторов различных компонентов смеси. Согласно зоотехническим нормам, погрешность дозирования смесей с включением грубых измельченных кор-

мов, силоса, зеленой массы, влажных мешалок должна быть в пределах  $\pm 5\%$  [1].

Такую точность дозирования, на известных типах дозаторов-смесителей получить очень сложно, по причине выдачи различных по физико-механическим свойствам кормосмесей.

Достоинством применяемых объемных дозаторов является высокая эксплуатационная надежность, простота конструкции и обслуживания. Особенно широкое применение нашли объемные дозаторы барабанного и ящичного типа. Эти дозаторы обладают удобством регулировки, а также некоторой универсальностью по видам кормов.

Сыпучесть дозируемого материала определяет конструкцию бункера, способ сводообрушения материала в емкости, форму основных узлов устройства питателей, транспортеров, кормушек, дозаторов и возможную равномерность дозирования. Однако, как показывает наука и практика, если материал высыпать под действием сил гравитации в одну точку, то он образует определенный угол естественного откоса  $\omega$ , а он же находящийся в напряженном состоянии в емкости и освобожденный от временно ограждающей оболочки, будет удерживать намного больший угол, достигающий  $90^\circ$  и будет напоминать геометрическую форму емкости. Эта особенность присуща кормосмесям с включением липких и связных кормов, сочным и другим и диктует необходимость обобщенной их классификации по поведению в емкостях. В этой связи целесообразно все корма разделить на два класса: легкосыпучие и трудносыпучие.

Трудносыпучие корма в свою очередь можно разделить на три группы:

1. Корма, склонные к зависанию в бункерах (измельченное сено, солома, травяная, хвойная, мясокостная, рыбная мука и др.).
2. Корма, склонные к налипанию в емкостях, на ворошилках, транспортерах, рабочих органах дозаторов (измельченные корнеклубнеплоды, влажные мешанки, каши и т. д.).
3. Корма, склонные к сводообразованию в бункерах.

Корма животного происхождения, мука зерновая, комбикорма, отруби, стебельные корма и др.

Трудносыпучие корма в основном состоят из частиц неправильной формы размерами от 2-10 мкм до 4-5 мм и более [2]. Поверхность частиц, как правило, шероховатая. В совокупности частицы могут занимать различное комбинационное расположение в пространстве, укладываться плотнее или свободнее, иметь различную связность между собой, а это в свою очередь влияет на свойства всего груза. Наличие частиц с нитеобразной, игольчатой, хлопьевидной и пластинчатой формами способствует хорошей механической сцепляемости между ними и препятствует истечению.

Некоторые корма в своем составе имеют от 10 до 18% жира, сахара, в связи с чем обладают повышенной липкостью, что способствует прочному удерживанию их на твердой поверхности, во впадинах, на выступах в виде достаточно толстого слоя, который иногда отваливается и создает опасность для отравления животных загнившими частичками.

Влажные мелкофракционные кормовые материалы прилипают к стенкам бункеров в результате молекулярного взаимодействия пленок жидкости, покрывающей частицы насыпного материала, с материалом стенок бункера. Плотность трудносыпучих кормовых материалов находится в пределах 35...700 кг/м, что объясняется разной его пористостью. Пористость их не постоянна, и при нагружении объем материала может сокращаться в 2...2,5 раза [3]. Поэтому связные корма, находясь под некоторым давлением, могут переходить в состояние слежалости, что обуславливается также наличием в них частиц различной крупности.

Следует иметь ввиду наличие предупредительных мер, предотвращающих нарушение нормального истечения сыпучего материала из бункеров; обеспечение стандартной влажности сыпучего груза, обогрев бункеров, введение в груз различных добавок, понижающих слеживаемость, покрытие стенок емкостей специальными материалами и пленками.

Поэтому поиск способа и конструкции малоэнергоёмкого, надежного в работе и безопасного в эксплуатации дозатора для кормосмесей с оптимальной влажностью для продуцирования животных – 50-75%, т.е. дозирование трудносыпучих грузов является актуальной задачей для сельскохозяйственного производства [5].

В нашей стране и за рубежом проблемы выгрузки трудносыпучих материалов из технологических емкостей и заполнения ими дозаторов решаются в нескольких направлениях:

1. Применение различных активизирующих устройств.
2. Оптимизация конструкций емкостей и выпускных отверстий.

В экосистеме - животноводческая ферма все составляющие ее элементы являются Потребителями в то же время Поставщиками и Производителями. В наших исследованиях дозатор и процессы дозирования приняты как производители на запрошенный объем или массу кормовых компонентов в пределах оптимальности функционирования потребителя (человек, животное, аппарат, машина, среда и т. д.) по химическому составу, по физическим свойствам, по ориентации частиц в пространстве, по степени взаимосвязи с микро и макросредой. Так, при передозировке одного из кормовых компонентов, сверх запроса животного, идет потеря кормов, ухудшается качество продукта или при раздельном скармливании разных видов кормов, требуется многократная их раздача, что в обоих случаях связано с большими затратами труда и средств, а также с потерей требуемой массы кормов до 20-25 % [2, 4].

Научные исследования и передовой опыт показывают, что использование в животноводстве кормосмесей из местных сочных компонентов позволит производить биологически востребованные продукты по качеству и цене малоценных кормов, и увеличить продуктивность животных на 10-20% при сохранности здоровья животных и людей.

Дорогостоящие и дефицитные комбикорма дозируются с более высокой точностью, чем корнеплоды и стебельные, поэтому требования, предъявляемые к дозирующим устройствам, предназначенным для дозирования концентрированных кормов, намного выше, чем для дозирования соломы, сенажа, силоса. Однако, по мнению ученых, все кормовые составляющие, смеси в потоке с удельной массой порции, должны дозироваться с одной точностью, ибо следующий процесс смешивания и отмеривания дозы не может компенсировать начальную погрешность.

Способы дозирования, применяемые в настоящее время в технологическом оборудовании для их осуществления, не обеспечивают необходимого качества при работе с трудно сыпучими кормами, рабочий процесс с которыми характеризуется высокой энергоемкостью и загрязненностью остатками.

Но для хозяйств экономически невыгодно иметь различные типы машин для дозирования или раздачи отдельных видов или групп кормов, так как это приводит к увеличению затрат на производство конечной продукции и падению спроса на рынке.

При современных технологиях объемный способ дозирования применяют для отмеривания грузов с постоянными свойствами или для малоценных составляющих. Комбинированный, в основном, принимают для полуавтоматических и автоматических поточно-технологических линий. По характеру протекания процесса дозирование может быть порционным или непрерывным.

Порционный режим требует более точной дозировки корма, так как доза корма в данном случае выдается отдельно каждому животному в индивидуальную кормушку или в смеситель на большой объем смеси. Отклонения от рекомендованного рациона ведет к недополучению кормосмеси или его составляющих животным или передозировке кормов.

Получить запрошенную точность дозирования на известных типах дозаторов при работе со смесями из местного сырья очень сложно по причине различных параметров фракций смеси в линиях приготовления и раздачи кормов, с одной стороны, и комплектацией технологических линий, главным образом, дозирующими устройствами, предназначенными для работы в мукомольной, химической, комбикормовой и других отраслях промышленности.

Поэтому они чаще всего не удовлетворяют ряду зоотехнических требований по производительности, точности дозирования, и в ПТЛ имеет место разномарочность оборудования. Для некоторых кормовых материалов

отечественная промышленность совсем не выпускает дозаторов. Кроме того, в настоящее время нет обобщенных научных данных по дозированию конкретных рецептов рациона и сельскохозяйственных материалов, что создает трудности при проектировании соответствующих технологических линий. Это приводит к неправильному монтажу и ненадежной работе кормоприготовительного оборудования и, как следствие, к низкой эффективности приготавливаемых кормосмесей.

В сельском хозяйстве дозаторы работают с трудносыпучей, липкой массой. Они должны отделить от общего состава монолита компонента, заданную, намного меньшую часть массы. Поэтому для повышения точности дозирования отмеряемой порции необходимо, чтобы масса досыпаемой части, составляющих смесь была бы одинаковой по размерам и массе в то же время меньше допустимой погрешности. Однако на поточных линиях, где требуется высокая производительность и точность отсчета, такие условия выступают сдерживающим фактором. Решаются эти противоречия за счет придания дозируемому продукту постоянных свойств в преддозируемых операциях и осуществления дифференцированного режима работы питателя чего нет в животноводстве.

### Список литературы

1. Зефирова, И.В. Устройство для дозированной раздачи кормов / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей, М.Е. Шестаков. – Текст: непосредственный. // Сельский механизатор. – 2019. – №6. – С. 25.
2. Кузнецов, Н.Н. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – №1(29). – С. 126-133.
3. Малыгин, Н.О. Моделирование технологического процесса сушки зерна при приготовлении кормов / Н.О. Малыгин, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. – 2022. – С. 172-177.
4. Повышение эффективности работы сушильных устройств путём использования теплоты отработанного агента сушки / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин, В.Е. Никифоров, Г.А. Симонов, О.Б. Филиппова. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2023. – №1 (61) – С. 34-42.

## ДОЗИРОВАНИЕ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

*Иванов Николай Васильевич, студент-магистрант  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** *первой наиболее ответственной операцией приготовления кормовых смесей является дозирование ингредиентов, то есть подача мерой определенного количества корма того или иного вида в смесительное устройство. В статье рассмотрен процесс дозирования кормовых смесей и устройства, которые выполняют необходимые требования равномерности дозирования кормов.*

**Ключевые слова:** *корма, питательные веществ. кормораздатчик, дозирование, рацион*

Известно, что ни один вид корма не содержит в требуемом для организма животного количествах и соотношениях все элементы питательных веществ, а потому для составления полноценных и сбалансированных по всем видам питательных веществ рационов используют разные виды кормов в различных комбинациях и соотношениях [1].

Исследованием отечественных и зарубежных ученых, а также практикой кормления доказано, что кормовой рацион эффективно используется, когда он полностью сбалансирован по питательным веществам и количество корма каждому животному выдается в строгом соответствии с зоотехнической нормой [1, 2]. О положительном влиянии сбалансированности рационов свидетельствуют многочисленные работы.

В связи с перспективой интенсификации животноводства, внедрением промышленных технологий, использованием высокопродуктивных пород, типов и линий животных, методов их разведения, уточнены прежние представления о потребностях животных в питательных веществах, утверждены и рекомендованы для практического использования новые нормы кормления. При выдаче корма меньше нормы снижается продуктивность животных, а при выдаче больше – корм теряется из-за неполного поедания и усвоения. Кроме того, лишнее количество корма, поступающее в организм животного, плохо усваивается, поэтому часть корма бесцельно пропадает. Следовательно, лишний корм, выданный животному, не в полной мере оплачивается продукцией и ведет к неэффективному, непроизводительному его расходу. Необходимо учитывать, что кроме нормированного кормления большую роль играет вид подготовленного корма [1].

Исходя из изложенного можно сделать вывод, что одним из наиболее перспективных направлений в индустриальной технологии содержания

сельскохозяйственных животных является нормированное их кормление, полностью сбалансированными по всем видам питательных веществ и элементов смесями. При этом нормы кормления дифференцируют с учетом вида животных, их живой массы, возраста, пола и продуктивности.

Первой наиболее ответственной операцией приготовления кормовых смесей является дозирование ингредиентов, то есть подача мерой определенного количества корма того или иного вида в кормосмесительное устройство.

Процесс дозирования является основной операцией в линиях приготовления кормов сельскохозяйственным животным. Сбалансированные кормовые смеси для крупного рогатого скота содержат до 10, для свиней до 15-20, а для птицы до 40-50 различных кормовых компонентов. По данным [1] кормовые смеси необходимо оценивать по 50-80 показателям. При этом в состав кормосмесей могут входить 30 компонентов и более. Наиболее удовлетворяющими в этом отношении считаются полнорационные комбинированные корма. Они содержат все жизненно необходимые питательные вещества и могут быть единственным кормом при скармливании свиньям или птице.

Кормовые смеси в зависимости от имеющихся кормов, вида животных и птицы, их возраста, направления продуктивности и физиологического состояния приготавливают в виде сухих комбинированных кормов (относительная влажность 13-15 %), поэтому для их приготовления требуются разработки различных технологических схем дозирующих и транспортирующих устройств.

Особенностью процесса приготовления высококачественных кормовых смесей является ввод строго определенного (дозированного) количества различных компонентов.

Зоотехнической наукой и практикой установлено, что скармливание полнорационных комбинированных кормов повышает продуктивность животных на 25-30 %, при этом сокращаются сроки откорма и на 15-20 % уменьшается расход кормов на единицу продукции. При этом существенную роль в повышении эффективности отдачи кормов играют процессы дозирования и смешивания компонентов, особенно при непрерывном технологическом цикле, а также, при дозировании готовых кормосмесей кормораздающими машинами [3-6], согласно зоотехнических норм.

Эффективность использования энергии и питательных веществ рационов у свиней в значительной степени зависит от сбалансированности по важнейшим элементам – перевариваемому протеину, аминокислотам, минеральным веществам, витаминам и микроэлементам.

Таким образом, для получения плановой продуктивности свиноматок при оптимальном расходе кормов необходимы высокопроизводительные кормоприготавливающие и кормораздающие машины, обеспечивающие высокую точность дозирования заданной нормы, исключая потери

кормовых ингредиентов в процессе кормоприготовления и кормораздачи, обеспечивающие оперативное изменение величин дозируемого материала в автоматическом режиме.

О значении полноценного кормления сельскохозяйственных животных судят по факту, что в структуре себестоимости продукции доля кормов составляет при производстве молока 50-55 %, говядины 65-70 %, свинины 70-75 %.

Степень точности дозирования компонентов смеси обусловлена зоотехническими и технологическими требованиями, а также обоснована экономически, с точки зрения получения от животных востребованного качества продукции. Устройства, предназначенные для отмеривания и выдачи в определенном количестве кормовой материал с заданной точностью в единицу времени, называют дозаторами.

В мобильных кормораздаточных средствах дозирование корма производится в момент выдачи его из бункера с помощью различных по конструкции устройств. При использовании стационарных кормораздатчиков, равномерная, регулируемая подача корма на транспортировочные органы производится специальными бункерными дозаторами.

Необходимость включения дозатора в стационарную систему кормораздачи диктуется не только требованиями зоотехнической науки – нормированного кормления, но и повышением надежности, а, следовательно, созданием благоприятных условий для автоматизации всей технологической линии приготовления, доставки, раздачи и учета кормов.

В соответствии с принятым способом дозирования дозаторы делятся на объемные и массовые.

Допускается погрешность дозирования – для массовых дозаторов до 2%, а для объемных дозаторов до 3%.

На процесс дозирования главным образом оказывают влияние уровень достижения науки физико-механические свойства кормов: угол естественного откоса, влажность, размеры частиц, плотность, слеживаемость, связность, коэффициент трения – движения и другие, а также конструктивные особенности дозирующего устройства и его режимные параметры [7-9].

Влажные рассыпные кормосмеси необходимо готовить при допустимых отклонениях: для грубых кормов  $\pm 15\%$ , концентрированных кормов  $\pm 2\%$ , минеральных  $\pm 1\%$  [6].

Кормосмеси готовят в кормокухнях, кормоцехах, на заводах. Чем выше специализация кормоприготовительного предприятия, тем качественнее готовится смесь и соответственно будет отдача. Корма, приготовленные в смеси, дают не только отдачу на 10-15 % больше по сравнению со скормливанием составляющих компонентов по отдельности, но и удовлетворяют "банк" запроса потребителя по ветеринарным и санитарным

нормам по производству конкурентоспособной продукции, а также ресурсосбережению.

### Список литературы

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. – 456 с. – Текст: непосредственный.
2. Механизация приготовления кормов: справочник / В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А.Х. Джалимов [и др.]; Под ред. В.И. Сыроватка. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 368 с. – Текст: непосредственный.
3. Патент на полезную модель № 153241 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2014154199/13: заявл. 29.12.2014: опубл. 10.07.2015 / Н.И. Кузнецова, И.Н. Кружкова, В.А. Сухляев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
4. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
5. Патент на полезную модель № 164742 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016103457/13: заявл. 02.02.2016 опубл. 10.09.2016 / В.И. Литвинов, Н.И. Кузнецова, В.А. Сухляев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
6. Патент на полезную модель № 176216 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2017120575: заявл. 13.06.2017: опубл. 12.01.2018 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
7. Патент на полезную модель № 122242 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2012128148/13: заявл. 03.07.2012: опубл. 27.11.2012 / И.Н. Кружкова, В.А. Сухляев, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
8. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
9. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: №

2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

**УДК 636.084.74**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ**

*Иванов Николай Васильевич, студент-магистрант  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены устройства, повышающие эффективность процесса дозирования кормовых смесей. Устройства для дозированной раздачи кормов позволяют дозировать и раздавать, как сухие корма (концентраты собственного и промышленного приготовления), так и корма, которые имеют повышенную влажность (кормовой смеси, состоящие из корнеплодов, концентратов, травяной муки и минеральных добавок) и плохой текучести (измельченные: сено, солома, сенаж или силос). При этом еще устройства выполняют необходимые требования равномерности дозирования кормов.*

***Ключевые слова:** корм, кормораздатчик, дозирование, эффективность*

Преобразование, которое происходит сегодня в Российской Федерации в политической и экономической областях привело к развитию новых отношений и в сфере производства сельскохозяйственной продукции. Идет тенденция к сохранению колхозов и совхозов, к еще большему развитию крестьянских хозяйств, акционерных обществ, увеличению числа фермерских хозяйств, все это, в полной мере, может решить проблему обеспечения жителей страны более качественными и недорогими продуктами питания животного происхождения. Одно из важных условий развития и процветания сельских отечественных товаропроизводителей в современных рыночных условиях – это выпуск конкурентоспособной продукции. Поэтому необходимы современные технологии и технические средства, которые дадут возможность обеспечить увеличение выхода продукции, снижение эксплуатационных затрат и других материально технических ресурсов, а как следствие и получение прибыли. Установлено, что наибольший выход животноводческой продукции получается в том случае, когда корма скармливают животным в виде смесей. Основные процессы получения смесей – дозирование и смешивание. Поэтому, необходимы устройства, которые обеспечивают равномерную выдачу индивидуальных доз корма,

позволяют раздавать корма различной влажности и регулировать норму выдачи корма.

Обязательно следует уделять внимание созданию кормовой базы, которая будет ресурсосберегающей и энергосберегающей. Обеспечивать улучшение ее качества, баланс кормов, например, по белку и другим важным компонентам, использовать корма регионально и конечно же сокращать их потери.

Перед тем как раздавать корма животным, их необходимо подготавливать для раздачи в таком виде, который обеспечивает хорошую усвояемость всех необходимых питательных веществ, и поедая их, организм животных должен давать максимальную отдачу. Практика показывает, что такими кормами являются смеси. Основным элементом технологического процесса является смеситель, который должен обеспечивать качественное смешивание компонентов корма в соответствии с предъявляемыми требованиями. Эффективная работа смесителя, зависит от дозаторов различных компонентов смеси. Поэтому процессы смешивания и дозирования в технологической линии, оснащенные дозаторами и смесителями, обеспечивающими точность отмеривания и выдачи необходимых доз на уровне зоотехнических, технологических и экономических требований имеют очень важное значение.

Известно устройство кормораздатчика [1], состоящих из цилиндрического бункера с подающими лопатками в виде крылача, установленного па валу с возможностью вертикального перемещения. Крылач, вращаясь, подает корм на выгрузные вертикальные шнеки, направляющие корм в кормушку. При использовании данного устройства нет возможности раздачи кормов плохой текучести (содержащих измельченные сено, сенаж или силос) и влажных кормосмесей (влажностью от 30% до 70%), так как крылач, установленный на валу свободно, при вращении и соприкосновении с уплотненной массой корма не будет без принудительного на него воздействия захватывать корм.

Так же известно устройство [2], которое имеет цилиндрический бункер с подающими лопатками в виде крылача и подвижным днищем, установленным па ось. Последняя выполнена в виде гидроцилиндра, причем шток гидроцилиндра жестко закреплен под днищем бункера, а поршень с днищем бункера соединены вместе с возможностью возвратно-поступательного движения. При раздаче корма подвижное днище с кормом с помощью поршня гидроцилиндра перемещается вверх, а подающие лопатки сбрасывают дозу корма в кормушку через выгрузное окно.

Такое устройство позволяет раздавать корма повышенной влажности, но раздача кормов плохой текучести также затруднительна в связи с тем, что нижняя кромка подающих лопаток ровная и не позволяют захватывать частицы корма (сена, сенажа, силоса).

Предлагаемое техническое устройство, решает задачу сохранения работоспособности устройства в случае раздачи кормов плохой текучести – содержащих измельченные частицы сена, сенажа или силоса.

Работа устройства для дозированной раздачи кормов повышенной влажности осуществляется следующим образом. Кормовая смесь в кормоцехе или хранилище корма засыпают в бункер, установленный на колесном ходу или навешенный на гидросистему трактора. При раздаче корма в кормушки включаются в работу механизм привода подающих лопаток и гидропривода подъема днища с кормом. Подвижное днище с кормом с помощью гидроцилиндра перемещается вверх. Подающие лопатки с помощью ножей захватывают корм и сбрасывают дозу корма в кормушку через выгрузочное окно. После достижения подвижного днища ограничителя процесс раздачи заканчивается, и подвижное днище перемещается вниз в исходное положение, бункер заполняется вновь для раздачи корма в описанной последовательности.

Если корма имеют плохую сыпучесть, то можно применить их принудительную подачу в дозаторы. Для этого используются различные побудители. Например, в качестве побудителей в бункерах дозаторов применяют ворошилки, вибраторы, рыхлители. Влажные кормовые смеси, как правило, дозируют в процессе раздачи с помощью ленточных, цепочно-скребковых и шнековых транспортеров.

Таким образом, рассмотренные в статье устройства для дозированной раздачи кормов, позволяют дозировать и раздавать, как сухие корма (концентраты собственного и промышленного приготовления), так и корма, которые имеют повышенную влажность (кормовой смеси, состоящие из корнеплодов, концентратов, травяной муки и минеральных добавок) и плохой текучести (измельченные: сено, солома, сенаж или силос). При этом еще устройства выполняют необходимые требования равномерности дозирования кормов. Модернизированные устройства обеспечивают точное дозирование подаваемого корма, имеют простую эксплуатацию и могут использоваться для выдачи кормов различной консистенции и влажности [3-7].

При кормлении крупного рогатого скота сбалансированными полнорационными рассыпными кормовыми смесями появляется возможность экономить 10%-15% кормов, повышать продуктивность коров на 5%-9%, а также привес молодняка на 11%-20% по сравнению с показателями при поочередной раздаче каждой составляющей корма.

### **Список литературы**

1. Патент на полезную модель № 153241 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2014154199/13: заявл. 29.12.2014: опубл. 10.07.2015 / Н.И. Кузнецова, И.Н.

Кружкова, В.А. Сухляев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

2. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

3. Патент на полезную модель № 164742 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016103457/13: заявл. 02.02.2016 опубл. 10.09.2016 / В.И. Литвинов, Н.И. Кузнецова, В.А. Сухляев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

4. Патент на полезную модель № 176216 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2017120575: заявл. 13.06.2017: опубл. 12.01.2018 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

5. Патент на полезную модель № 122242 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2012128148/13: заявл. 03.07.2012: опубл. 27.11.2012 / И.Н. Кружкова, В.А. Сухляев, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

6. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

7. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ  
АГРОРОБОТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

*Катернюк Сергей Маратович, студент-бакалавр*  
*Ухин Михаил Сергеевич, студент-бакалавр*  
*Иванов Михаил Александрович, студент-бакалавр*  
*Уваров Игорь Владимирович, студент-бакалавр*  
*Петров Валерий Владимирович, студент-бакалавр*  
*Шушков Данил Романович, студент-бакалавр*  
*Рапаков Георгий Германович, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*  
*Мельниченко Евгений Александрович, студент-магистрант*  
*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в исследовании рассматривается опыт разработки системы агрозрения на основе распознавания объектов по цвету в ходе роботизации агропромышленного комплекса (АПК).*

***Ключевые слова:** *агроробот, Voltbro Brover, Robot Operating System, компьютерное зрение, агроинженерия**

Активная роботизация АПК отвечает достижению целей устойчивого развития (ЦУР) и обеспечению пищевой безопасности. Полноценное функционирование мобильной робототехнической платформы (МРП) требует внедрения системы технического зрения (СТЗ) для автономного управления движением агроробота. Программируемые МРП нашли свое применение в системе точного сельского хозяйства; при обеспечении биологической защиты растений и внесении удобрений, в задачах роботизации птицеводства и контроля за состоянием сельскохозяйственных животных. В ходе эксплуатации агроробота пользователь сталкивается с большим количеством проблем, которые затрудняют его эффективную работу и увеличивают эксплуатационные издержки [1, 3, 5].

Актуальность проекта обусловлена необходимостью разработки низкостойимостной отечественной системы агрозрения в целях повышения эффективности использования агророботов в задачах умного земледелия при реализации ЦУР. Цель работы состоит в исследовании методов систем технического зрения при сегментации объектов по цвету в задаче управления движением мобильного робота. Практическая значимость разработки связана с использованием результатов управления МРП в ходе цифровой трансформации сельского хозяйства. Научная новизна работы обусловлена изучением подходов компьютерного зрения (КЗ) при создании системы ав-

тономного управления беспилотным транспортным средством (БПТС) на базе аппаратно-программных средств Raspberry Pi и Robot Operating System (ROS) [2, 4, 6].

При работе над проектом проведено исследование вариантов построения алгоритмов обнаружения и следования за объектом заданного цвета. Разработана программная технология СТЗ и выполнено автономное тестирование работоспособности программного обеспечения (ПО). В ходе адаптации ПО к аппаратным требованиям агроробота проведена настройка параметров и выполнены тестовые заезды. Испытания позволили оценить, насколько эффективно аппаратно-программный комплекс БПТС отслеживает объекты наблюдения по цвету в различных условиях освещения и при перемене окружения.

Для обработки видеопотока бортовой камеры МРП были использованы алгоритмы пакета для научных вычислений NumPy и методы кроссплатформенной open-source библиотеки КЗ – OpenCV, которая широко используется в задачах анализа, классификации и обработки изображений в реальном времени. Класс с настройками цветового интервала детектируемого объекта в цветовой схеме HSV содержит: интервал цветового тона, интервал насыщенности цвета, интервал яркости цвета и минимальную площадь объекта (рис. 1). В ходе работы программы создается изображение-маска (ИМ), в которой присутствует цвета заданного диапазона. По ИМ с помощью метода `cv2.findContours()` определяются контуры объектов. При помощи списковой сборки и метода `cv2.contourArea()` создается перечень с площадями всех контуров. Для отрисовки контуров применяется метод `cv2.drawContours()`. Метод `cv2.boundingRect()` определяет координаты формирования прямоугольного контура при выделении объекта (Рис. 2). Тестирование ПО обнаружило аппаратную зависимость результатов селекции от вида бортовой камеры МРП. Подключение к БПТС выполняется за счет того, что по умолчанию агроробот настроен для работы в WiFi и Ethernet в режиме клиента с получением настроек по DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Поэтому при старте Raspberry Pi подключается к WiFi-точке доступа с заданными параметрами [7].

Слежение за объектом начинается с процедуры его поиска, в ходе которой агроробот вращается по азимуту отработывая прямой угол с шагом в 30 градусов налево и направо от своего начального положения. Если объект не найден, то МРП переходит в режим ожидания и затем вновь повторяет поиск. В случае успешной селекции БПТС поворачивается так, чтобы следовать за объектом и начинает приближаться к нему до достижения заданной дистанции, после чего агроробот останавливается в ожидании перемещения объекта наблюдения. Результатом работ по проекту является разработка системы технического зрения для агроробота, которая обеспечивает слежение за объектом на основе информации о цвете (Рис. 3). Дальнейшие перспективы проекта связаны с использованием методов

КЗ в задаче объезда препятствий МРП на основе методов машинного обучения.

```
class Settings:
    """Класс настройки констант программы"""

    def __init__(self, color='blue'):
        """
        Принимает color цвет который нужно определить
        Переменная hue хранит диапазон значений цветового тона для заданного цвета,
        Переменная sat хранит диапазон значений насыщенности заданного цвета,
        Переменная val хранит диапазон значений яркости заданного цвета
        Переменная min_cont_size хранит минимальную площадь определяемого объекта
        """

        self.sat = (0, 0) # Насыщенность определяет, как выглядит тон при различных условиях освещения.
        # Для достижения цветового соответствия рекомендуется использовать степени насыщенности,
        # максимально приближенные к природным.
        self.val = (0, 0) # Значение (яркость) цвета отражает его светлоту или темноту.
        self.hue = (0, 0) # Тон указывает на цветовой пигмент
        # и может полноправно называться соответствующим цветом.
        # https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/553582/
        self.set_color(color.lower().strip())
        self.low = (self.hue[0], self.sat[0], self.val[0])
        self.high = (self.hue[1], self.sat[1], self.val[1])

        self.min_cont_size = 700
```

Рисунок 1 – Класс настроек

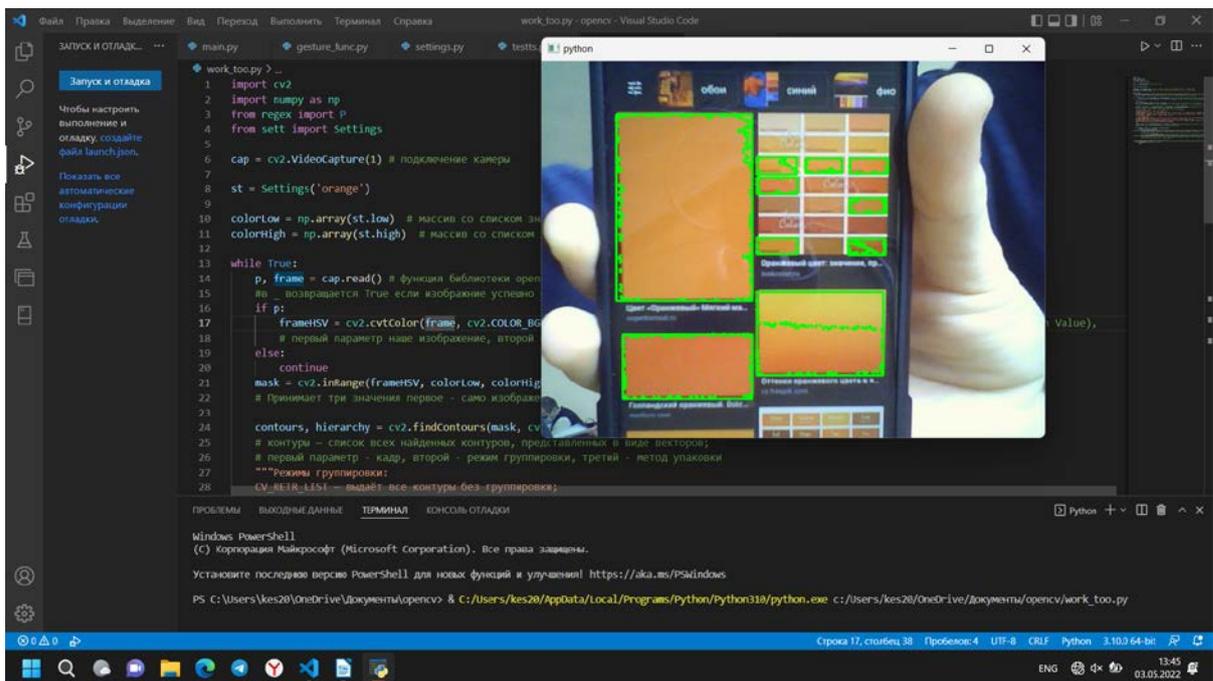


Рисунок 2 – Определение объектов оранжевого цвета



Рисунок 3 – Робототехническая платформа Voltbro Brover E-4

### Список литературы

1. Дэнни, С. Устройство и программирование автономных роботов / С. Дэнни. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 522 с. – Текст: непосредственный.
2. Эшвин, П. Программирование компьютерного зрения с Raspberry Pi Второе издание / П. Эшвин. – Москва: Самиздат, 2020. – 288 с. – Текст: непосредственный.
3. Шахин Г. Сравнительный анализ библиотек компьютерного зрения / Г. Шахин. – Текст: электронный // Colloquium-Journal – 2019. – № 24-2 (48). – С. 137-139.
4. Кофанов П.И. Компьютерное зрение, определение изменений посредством компьютерного зрения (на примере создания лазерного тира)/ П. И. Кофанов, Д. А. Тупикин, Е. А. Звягина. – Текст: непосредственный // Мехатроника, Автоматика и Робототехника – 2019. – № 3. – С. 158-160.
5. Амонуллозода О.А. Методы распознавания объектов по изображению при помощи библиотеки OpenCV/ О.А. Амонуллозода. – Текст: непосредственный // Вестник технологического университета Таджикистана – 2019. – № 1 (36). – С. 73-80.
6. «Нечеткое» управление движением агроробота / Д.В. Кузин, В.А. Королев, С.А. Воротников, В.А. Польский. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 3(13). – С. 62-66.
7. Ефимов, П.А. Системы позиционирования робота в закрытых помещениях под управлением операционной системы для роботов ROS / П.А.

УДК 631

## К ВЫБОРУ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

*Котельников Николай Николаевич, студент-бакалавр  
Шумаев Василий Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

***Аннотация:** современные сеялки точного высева играют важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая эффективный и точный посев различных культур. Они являются неотъемлемой частью механизации процесса выращивания растений и значительно упрощают работу фермеров.*

***Ключевые слова:** сеялка, посев, автоматизация, конструкция*

Сегодня существует широкий ассортимент сеялок, которые отличаются по конструкции, функциональности и применимости. Современные модели оснащены передовыми технологиями, позволяющими достичь высокой точности посева и оптимального распределения семян. Это позволяет увеличить урожайность и качество продукции, а также сэкономить время и затраты на процесс посева. В данной статье мы рассмотрим основные типы современных сеялок и их преимущества для сельского хозяйства [1].

История развития сеялок является удивительным примером эволюции сельскохозяйственных инструментов. От простых ручных приборов до современных высокотехнологичных машин, сеялки прошли долгий путь в своем развитии [2].

В начале своего появления, сеялки были самыми простыми инструментами. Фермеры использовали ручные приборы, такие как простые желобчатые сеялки или вилочные сеялки, чтобы распределить семена на поле. Эти инструменты требовали физического труда и не обладали большой точностью [3].

С течением времени, сельское хозяйство становилось все более сложной и требовательной отраслью. В результате этого разработка новых видов сеялок стала необходима для повышения эффективности и качества посевной работы [4]. Первый значительный шаг в развитии был изобретение пневматической сеялки в конце XIX века. Эта технология позволяла регулировать количество и глубину посева, что значительно повышало точность и скорость работы.

В 20-м веке разработка сеялок продолжала активно развиваться. Были созданы механизированные сеялки, которые использовались совместно

с тракторами. Эти новые инструменты позволяли увеличить площадь посева и обеспечивали более равномерное распределение семян.

С приходом компьютерных технологий и автоматизации, произошел еще один прорыв в развитии сеялок. Современные сеялки оснащены GPS-системами и датчиками, что обеспечивает более точный контроль посева. Они могут адаптироваться к различным условиям почвы и климата, оптимизируя расход ресурсов. Сегодняшние современные сеялки представляют собой сложные машины, способные выполнять широкий спектр функций. Они эффективно управляются фермерами, помогая им достичь высоких результатов в посевной работе. История развития сеялок от простых ручных инструментов до сложных высокотехнологичных машин является примером того, как инновации и технологический прогресс помогают улучшить сельское хозяйство [5].

Современные сеялки представляют собой инновационное оборудование, способное оптимизировать процесс посева и повысить его эффективность. Одним из ключевых преимуществ данных машин является их высокая скорость работы. Благодаря использованию передовых технологий и автоматическому управлению, сеялки способны осуществлять посев на больших скоростях без потери качества.

Особенностью современных сеялок также является возможность точного дозирования семян. Это позволяет минимизировать расход материала, сохранить его целостность и равномерно распределить по полю. Точный дозатор позволяет регулировать количество выпускаемых семян в зависимости от требуемой нормы высева. Еще одно преимущество современных сеялок – это возможность комбинированного посева различных культур. Некоторые модели машин оснащены несколькими контейнерами для различных видов семян, что позволяет засеивать поля комбинацией различных культур или создавать оптимальные условия для гибридных посевов [6]. Современные сеялки также обладают высокой точностью и равномерностью при распределении семян. Они оснащены специальными устройствами, которые равномерно распределяют семена по всей ширине захвата машины. Это позволяет получить однородное и качественное покрытие поля, что в свою очередь способствует более высокому уровню всхожести и роста растений.

Кроме того, некоторые модели современных сеялок оснащены системами контроля глубины посева и регулирования давления на засевные элементы. Это позволяет адаптировать работу машины к различным условиям почвы, поддерживая оптимальную глубину заделки семян и препятствуя возможности повреждения корневой системы растений [7]. Можно отметить, что использование современных сеялок является эффективным инструментом для повышения производительности и экономии ресурсов в сельском хозяйстве. Благодаря своим преимуществам и особенностям, эти машины способствуют более оптимальному использованию семян, обес-

печивают высокую всхожесть и равномерный рост растений, что в конечном итоге приводит к увеличению урожайности [8].

Современные сеялки стали неотъемлемой частью сельского хозяйства, обеспечивая эффективное и точное распределение семян на поле. Одним из ключевых направлений развития в данной отрасли является внедрение новых технологий и инновационных решений.

Автоматизация играет важную роль в улучшении работы сеялок. Современные модели оснащены системами автоматического контроля глубины посева, равномерности распределения семян и оптимального расстояния между ними. Это позволяет минимизировать ошибки оператора и достичь более высокой точности при посеве [9].

Также все большую популярность приобретает управление сеялками через специальные программы и приложения. Они позволяют операторам настроить нужные параметры посева, а также следить за работой машины в режиме реального времени. Благодаря этому можно быстро реагировать на изменения условий работы и принимать необходимые корректировки.

Изначально представленная техника имела ограниченный функционал и возможности. Однако с развитием новых технологий, сеялки стали более универсальными и адаптивными к различным условиям почвы и климата. Современные модели способны работать даже на сложных рельефах, обеспечивая точность и равномерность посева в любых условиях. Другим важным направлением развития является использование датчиков и систем геопозиционирования. Они позволяют определить оптимальный маршрут движения сеялки на поле, а также контролировать количество засеянной площади [10]. Это помогает эффективно использовать ресурсы и минимизировать потери. Современные сеялки не только обеспечивают высокую производительность, но и помогают фермерам экономить время и ресурсы. Благодаря автоматизации и управлению через специальные программы, операторы машин могут более эффективно выполнять свою работу, повышая при этом качество посева. В заключение можно сказать, что технологии и инновации играют огромную роль в развитии современных сеялок. Они позволяют повысить точность и эффективность посева, а также улучшить управление и контроль над работой машин [8].

Выбор и использование современных сеялок является одной из ключевых задач для аграрных предприятий. Современные сеялки обладают рядом преимуществ, таких как повышенная точность посева, возможность настройки под разные культуры и оптимальное использование ресурсов. Перед выбором сеялки необходимо определить требования к ней, исходя из типа почвы, климатических условий и особенностей выращиваемых культур. Важными параметрами являются ширина захвата, глубина посева, равномерность распределения семян и возможность работать в различных условиях. При выборе сеялки следует учитывать её технические характеристики. Это включает в себя мощность трактора или другой транспортной

единицы, необходимую для работы с данной моделью, а также наличие специализированного оборудования для настройки и обслуживания [5]. После выбора подходящей модели следует ознакомиться со всеми инструкциями по её эксплуатации. Важно правильно настроить параметры посева для каждой конкретной культуры. Это позволит достичь максимального уровня производительности и минимизировать потери.

Регулярное обслуживание сеялки также является важным аспектом её использования. Рекомендуется проводить технический осмотр перед началом сезона посева, проверять работоспособность всех элементов и заменять изношенные детали. Также необходимо следить за чистотой и правильной установкой всех компонентов. Современные сеялки обладают возможностью автоматического контроля глубины посева, равномерного распределения семян и оптимального размещения растений на поле. Использование этих функций может значительно повысить качество посева и увеличить урожайность [4].

В заключение, выбор и использование современных сеялок требует внимательного подхода со стороны аграрных предприятий. Они должны учитывать особенности своих полей, требования культур, а также следить за правильной эксплуатацией и обслуживанием оборудования. Это позволит достичь оптимальных результатов в посевных работах и повысить эффективность производства.

### Список литературы

1. Исследование функциональной и принципиальной схем работы сошника / М.А. Папшев, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28-29 марта 2019 года. Том III. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 135-137.
2. Теоретические исследования геометрических и кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства / В.А. Овтов, А.В. Поликанов, А.А. Орехов [и др.]. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2020. – № 1(54). – С. 113-117.
3. Ларюшин, Н.П. Лабораторные исследования сошника со сводообразующими косынками для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур / Н.П. Ларюшин, В.В. Шумаев. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2014. – № 2(31). – С. 70-75.
4. Калабушев, А.Н. Лабораторные исследования комбинированного сошника для разноуровневого посева семян зерновых культур и внесения удобрений / А.Н. Калабушев, Н.П. Ларюшин, В.В. Шумаев. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2018. – № 3(33). – С. 21-28.

5. Конструкция катушечного высевающего аппарата с секционной катушкой для посева зерновых культур / Н.П. Ларюшин, В.Н. Кувайцев, В.В. Шумаев [и др.]. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2017. – № 1(42). – С. 86-91.
6. Результаты лабораторных исследований высевающего аппарата с цилиндрами на упругодеформируемом кольце / В.Н. Кувайцев, Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков [и др.]. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2016. – № 2(39). – С. 78-82.
7. Овтов, В. А. Сошник для рядового посева семян и удобрений с сводобобразующей косынкой / В.А. Овтов, В.В. Шумаев, А.Р. Губанова. – Текст: непосредственный // Сурский вестник. – 2019. – № 2(6). – С. 39-43.
8. Полевые исследования сеялки с высевающим аппаратом с катушкой секционного типа / А.Ю. Щученков, Н.П. Ларюшин, В.В. Шумаев [и др.]. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2017. – № 4(28). – С. 115-121.
9. Single disc coulter with gauge wheel for pneumatic seed drill / V.V. Shumaev, V.A. Ovtov, A.N. Kalabushev, M.A. Papchev. – Text: electronic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16-18 ноября 2021 года. Vol. 953. – Penza: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012019.
10. Выссевающий аппарат зерновой сеялки, желобки секционной катушки которого выполнены в форме части тора. Теория, конструкция, расчет / Н. П. Ларюшин, А.В. Шуков, В.В. Шумаев [и др.]. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – 179 с. – Текст: непосредственный.

**УДК 712.01:621.39**

## **РОЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

*Крышталёва Анна Павловна, студент-бакалавр  
Гостев Владимир Викторович, науч. рук., ассистент  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** статья рассматривает влияние аэрокосмических технологий на современную ландшафтную архитектуру. Проанализированы методы и инструменты, используемые для сбора данных о ландшафте, такие как спутниковые изображения и дроны. Приведены примеры успешного применения этих технологий в проектировании городских пространств. Обсуждаются перспективы дальнейшего развития данной области и ее важность для создания устойчивых и привлекательных городских сред.*

*Ключевые слова:* ландшафтная архитектура, аэрокосмические технологии, городское планирование, дистанционное зондирование, городское озеленение

В эпоху стремительной урбанизации необходимость создания привлекательных и экологичных городских сред становится критически важной. Ландшафтная архитектура играет решающую роль в формировании таких пространств, а передовые аэрокосмические технологии открывают новые возможности для проектирования и управления ландшафтом. Эта статья исследует роль аэрокосмических технологий в оптимизации ландшафтной архитектуры, рассматривая современные тенденции, успешные примеры, преимущества и вызовы, а также рекомендации для их эффективного использования.

Целью данной статьи является рассмотрение роли аэрокосмических технологий в оптимизации проектирования и управления ландшафтной архитектурой. Для достижения этой цели ставятся следующие задачи:

1. Изучить современные тенденции в использовании аэрокосмических технологий в ландшафтной архитектуре.
2. Рассмотреть примеры успешного применения аэрокосмических методов в проектировании и управлении ландшафтными объектами.
3. Проанализировать преимущества и вызовы, с которыми сталкиваются специалисты в области ландшафтной архитектуры при использовании аэрокосмических технологий.
4. Предложить рекомендации по оптимизации использования аэрокосмических технологий в ландшафтной архитектуре.

Современные тенденции использования аэрокосмических технологий в ландшафтной архитектуре охватывают различные аспекты анализа, планирования и управления ландшафтными пространствами. Спутниковые снимки и обработка геопространственных данных предоставляют широкий охват и высокое разрешение данных о земной поверхности. Анализ этих данных с помощью геоинформационных систем позволяет ландшафтным архитекторам получать информацию о топографии, рельефе, растительности и других характеристиках местности для более точного проектирования и планирования. Беспилотные летательные аппараты (дроны) широко используются для выполнения аэрофотосъемки и создания высококачественных изображений и видеоматериалов с воздуха. Это позволяет архитекторам получать детальные данные о ландшафте, включая участки, недоступные для обычной фотосъемки с земли [1]. Современные технологии трехмерного моделирования и виртуальной реальности используются для создания реалистичных визуализаций ландшафтных проектов. Это позволяет архитекторам и заказчикам более полно представить окончательный результат проекта еще до начала строительства. Аэрокосмические технологии также применяются для анализа данных о ландшафте с целью опти-

мизации его использования и управления ресурсами. Анализ данных помогает выявить потенциал для создания устойчивых ландшафтов, учитывающих аспекты экологии, энергетики и социального развития. Наконец, аэрокосмические технологии становятся неотъемлемой частью процессов проектирования и управления ландшафтом. Их интеграция позволяет улучшить точность анализа, ускорить процесс принятия решений и повысить эффективность проектов [2].

Аэрокосмические технологии уже успешно применяются в различных ландшафтных проектах. Например, парк Хай-Лайн, Нью-Йорк: аэрофотоснимки и данные БПЛА использовались для документирования существующей инфраструктуры и планирования преобразования заброшенной железнодорожной линии в городской парк. Лесной заповедник Маунт-Абу, Индия: Спутниковые снимки и ГИС использовались для оценки растительности и планирования вмешательств в целях сохранения биоразнообразия [3]. Аэрокосмические технологии имеют множество преимуществ. Например, высокая точность и разрешение снимков, полученных с помощью дронов, помогает получать детальную информацию о ландшафте. Аэрокосмические снимки охватывают большие территории, что позволяет анализировать ландшафты разных масштабов. Они позволяют значительно сократить время и ресурсы, затраченные на сбор данных о территории, а также позволяют делать это дистанционно, в том числе благодаря удаленному доступу к спутниковым данным [4,5]. Однако, обработка больших объемов информации требует специализированных знаний и умений, собранные данные требуют дополнительных мер защиты для сохранения конфиденциальных данных. Кроме того, техника и сама обработка данных могут быть дорогостоящими.

Рекомендуется проводить образовательные курсы по использованию и обработке данных, полученных с помощью аэрокосмических технологий, для повышения навыков специалистов. Кроме этого, аэрокосмические технологии должны быть интегрированы в процессы разработки ландшафтных проектов. Разработка стандартов и руководств также упрощает работу с информацией.

Таким образом, аэрокосмические технологии играют важную роль в современной ландшафтной архитектуре и смежных областях, обеспечивая возможность более эффективного и точного сбора данных о ландшафтных особенностях, биологическом разнообразии и количественных и качественных характеристиках древесных ресурсов территории [6-10] и улучшения процессов проектирования и управления ландшафтными объектами. Внедрение этих технологий требует дальнейших исследований и разработки, однако их потенциал уже сегодня демонстрирует новые возможности для создания устойчивых, привлекательных и комфортных городских пространств.

### Список литературы

1. Горохов, В.А. Городское зеленое строительство: учеб. пособие для вузов / В.А. Горохов. – Москва: Стройиздат, 2008. – 416 с. – Текст: непосредственный.
2. Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И.А. Лабутина. – Москва: Аспект Пресс, 2004. 122 с. – Текст: непосредственный.
3. Чандра, А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош. – Москва: Техносфера, 2008. – 312 с. – Текст: непосредственный.
4. Гостева, Д.Ю. Использование спутниковых данных для мониторинга санитарного состояния лесов / Д.Ю. Гостева, А.В. Лебедев. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XXI Международной научно-технической конференции, Вологда, 05 декабря 2023 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2023. – С. 378-380.
5. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д.Ю. Гостева, В.В. Гостев, А.В. Лебедев, И.Г. Криницын. – Текст: непосредственный // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес": сборник научных трудов. – Кологрив: Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Сеницына, 2023. – С. 59-65.
6. Таксономический анализ флоры сосудистых растений Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, Г.М. Мирнова, В.В. Гостев. – Текст: непосредственный // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 108-114.
7. Лебедев, А.В. Адвентивный компонент флоры Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / А.В. Лебедев, В.В. Гостев. – Текст: непосредственный // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 8-14.
8. Ефимов, О.Е. Ландшафтная характеристика территории Костромской области / О.Е. Ефимов, Д.Ю. Сайкова, В.В. Гостев. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2022. – № 62. – С. 39-42.
9. Лебедев, А.В. Платформа INaturalist как база наблюдений сосудистых растений биосферного резервата «Кологривский лес» / А.В. Лебедев, В.В. Гостев. – Текст: непосредственный // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28-29 октября 2021 года. – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына", 2021. – С. 144-149.

10. Гостев, В. В. Ландшафтная характеристика территории Сергиево-Посадского лесничества Московской области / В. В. Гостев, Д. Ю. Сайкова, О. Е. Ефимов. – Текст: непосредственный // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28-29 октября 2021 года. – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Синицына", 2021. – С. 60-64.

**УДК 631.171**

## **СПОСОБЫ УБОРКИ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ**

*Кузнецов Михаил Сергеевич, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены различные способы уборки с поля картофельной ботвы перед его выкапыванием, что приводит к более быстрому созреванию картофеля, делает его более устойчивым к различным травмам и увеличивает продолжительность хранения.*

***Ключевые слова:** картофельная ботва, ботвоуборочная машина, химический способ, механический способ, комбинированный способ*

В наше время большинство ферм и АПК удаляют картофельную ботву перед выкапыванием корнеплода. Это позволяет ускорить вызревание корнеплода, делает его более устойчивым к травмированию и увеличивает продолжительность хранения.

Существует несколько способов удаления ботвы: химический, механический и химико-механический. Помимо вышеперечисленных способов уборки ботвы существует тепловой. Суть этого способа заключается в использовании специальных машин оборудованными горелками, работающими на природном газе. Такой способ не применим, так как, выгорают органические вещества, и структура почвы повреждается.

Химический способ приводит к засыханию и увяданию картофельной ботвы. Данный способ применяется только в том случае, когда растение поражено фитофтерозом. Для засыхания ботвы применяют: хлората магния или раствор химиката Реглон.

Обработку картофеля нужно проводить за 14-21 дней до вскапывания и так же для успешного засыхания ботвы должна быть сухая погода. Так же недостатком является необходимость удаления засыхающей ботвы.

Поэтому этот способ неприменим для большинства регионов нашей страны.

Прогрессивный способ удаления ботвы – он же химико-механический. Для этого трактор снабжают косилкой измельчителем типа КИР – 1.5 и устанавливают емкость для химического раствора. Для этого вместо верхнего дефлектора ставят рамку с распылителями. Устанавливают привод насоса от главного вала косилки, через цепную передачу. При данном способе химический препарат наносится на измельченную ботву, что позволяет снизить расход препарата и объединить обе операции.

В последнее время рекомендуют применять методы в которых требуется снизить к минимуму использование химических веществ. Из вышесказанного можно сделать вывод наиболее приспособленным способом для удаления картофельной ботвы является механический.

Механическая уборка имеет два основных направления. Предварительное удаление ботвы картофеля перед уборкой клубней путем разбрасывания измельченной ботвы по полю, к чему приводит улучшению гидрофизических характеристик. При этом способе не обеспечивается полное ликвидирование ботвы с поверхности поля.

Также отделить ботву от плодов картофеля можно в комбайнах. Для ее удаления могут быть дополнительно установлены удаляющие ботву агрегаты, до подкапывания клубней. Уборка ботвы картофеля и других растений должна составлять не менее 75%. В размельченной массе содержание частиц длиной до 14 сантиметров не должно превышать 65% [1-4].

### Список литературы

1. Иванайский, С.А. Анализ результатов оптимизации конструктивных параметров активных почвоуглубителей / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования: материалы II Международной научно-практической конференции. – 2005. – С. 110-115.
2. Ромакин, Н.Е. Машины непрерывного транспорта: учебное пособие / Н.Е. Ромакин. – Москва: Академия, 2008. – 432 с. – Текст: непосредственный.
3. Есипов, В.И. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие / В.И. Есипов, А.М. Петров [и др.]. – Ч. 2. – Кинель, 2013. – С. 39-41. – Текст: непосредственный.
4. Машков, С.В. Техничко-экономическое состояние и эффективность использования машинно-тракторного парка Богатовского района / С.В. Машков. – Текст: непосредственный // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 2. – С. 70-74.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЯГОДНОГО  
ВОРОХА КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ МЕТОДАМИ  
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ**

*Лягуский Александр Григорьевич, аспирант  
Крупенин Павел Юрьевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Республика Беларусь*

***Аннотация:** для обоснования параметров гребневого конвейера в статье выполнено аналитическое описание формы ягоды клюквы крупноплодной и разработана методика определения координаты поверхности воды относительно геометрического центра свободно плавающих ягод.*

***Ключевые слова:** клюква крупноплодная, теоретические исследования, аналитическая геометрия, гидротранспорт*

В плодах клюквы крупноплодной содержится богатый комплекс биологически активных соединений: органических кислот, полифенолов, витаминов, углеводов, пектиновых веществ, макро- и микроэлементов. Уникальный химический состав ягод обуславливает их высокую пищевую и лечебно-профилактическую ценность, а также делает их ценным сырьем для пищевой и фармацевтической промышленности [1].

Для выращивания клюквы в промышленных объемах используют культурный вид данного растения – Клюква крупноплодная (*Vaccinium macrocarpon*). Лидирующей страной по выращиванию данной культуры являются США, где клюкву выращивают на площади порядка 15800 га, собирая в год до 400 тыс. т ягод. Со значительным отставанием от США следует Канада, выращивая около 170 тыс. т в год на площади в 7500 га. Урожайность в этих двух странах достигает 24...29 т/га. Остальные страны значительно отстают. Третье место занимает Чили: урожайность – 7 т/га, площадь ягодников – 410 га [2].

На постсоветском пространстве наибольшие успехи в промышленном выращивании клюквы крупноплодной достигнуты в Республике Беларусь. Крупнейшим производителем этой культуры является ОАО «Полесские Журавины», основанное в 1985 году. Предприятие располагает 72 чеками совокупной площадью 66 га. Максимальная биологическая урожайность клюквы крупноплодной в агроклиматических условиях Беларуси составляет 12...15 т/га, средняя – 5...6 т/га [3, 4].

Механизированная уборка клюквы крупноплодной осуществляется преимущественно мокрым способом, заключающимся в выполнении следующих технологических операций: 1) заполнение чека водой; 2) механическое отделение ягод от побегов; 3) сбор и перемещение к зоне выгрузки

плавающего у поверхности воды ягодного вороха с помощью понтона; 4) забор ягодного вороха с поверхности воды, отделение ягод от примесей с последующей погрузкой в транспортные средства; 5) выпуск воды из чека [5].

В сложившихся агротехнологических условиях на плантациях клюквы крупноплодной в Республике Беларусь наиболее рациональным типом технических средств для отделения ягод от побегов является передненавесной битерный хедер, рабочий орган которого представляет собой вращающийся прутковый или планчатый барабан. Битерный хедер за один проход отделяет более 80 % ягод, однако, вместе с этим происходит отрыв листьев и отдельных стеблей как самого кустарничка клюквы, так и сорных растений, в результате чего на поверхности затопленного чека образуется плавающий ягодный ворох, представляющий собой смесь ягод с растительными примесями (листья, фрагменты стеблей и др.) длиной от 1...2 до 40...50 см.

Перспективным типом технических средств для забора ягодного вороха с поверхности затопленного чека являются гидротранспортные установки, состоящие из центробежного насоса с геликоидальным ротором и разделительного узла в виде наклонного решета для отделения ягод от воды и коротких примесей. Гидротранспортные установки обладают высокой производительностью при минимальном повреждении ягод, однако при высокой засоренности ягодного вороха длинными примесями, что характерно для агротехнологических условий на плантациях клюквы крупноплодной в Республике Беларусь, эффективность их работы снижается и существенно (на 10...12 чел.-ч/т ягод) увеличиваются затраты труда в связи с необходимостью вручную отделять длинные примеси от вороха. С целью устранения указанного недостатка предложена усовершенствованная конструктивно-технологическая схема гидротранспортной установки, оснащенная активным гребневым конвейером, обеспечивающим механизированное отделение длинных примесей от плавающего у поверхности затопленного чека ягодного вороха [6, 7].

Для обоснования рациональных параметров гребневого конвейера необходимо получить математическую модель, описывающую поведение ягодного вороха в воде. В ходе анализа априорной информации установлено, что длина ягод клюквы крупноплодной варьируется в пределах 9...21 мм, ширина – 8...18 мм, масса – 0,57...1,60 г [8]. Основываясь на вышеприведенных данных представим совокупность ягод клюквы в виде двух размерных фракций, равных друг другу по количеству входящих в них ягод: крупная (средняя длина ягод  $L_1 = 0,0175$  м, ширина  $D_1 = 0,015$  м, масса  $m_1 = 1,27 \cdot 10^{-3}$  кг) и мелкая ( $L_2 = 0,0125$  м,  $D_2 = 0,011$  м,  $m_2 = 0,74 \cdot 10^{-3}$  кг).

Рассмотрим поведение свободно плавающей в воде ягоды клюквы крупноплодной, которая не взаимодействует с другими ягодами. Допу-

стим, что ягода представляет собой эллипсоид с большой осью  $L$  и малой –  $D$  с однородной (отсутствие флуктуаций плотности) внутренней структурой. В этом случае устойчивое положение плавающей ягоды будет обеспечиваться при параллельности большой оси  $L$  плоскости зеркала воды.

Поместим в геометрический центр ягоды начало системы координат и направим ее ось  $OY$  параллельно большой оси ягоды  $L$ , а ось  $OZ$  – вертикально, т. е. перпендикулярно плоскости зеркала воды (рис. 1). Поверхность ягоды может быть описана каноническим уравнением эллипсоида [9]:

$$\frac{4x^2}{D^2} + \frac{4y^2}{L^2} + \frac{4z^2}{D^2} = 1. \quad (1)$$

Рассмотрим сечение ягоды плоскостью параллельной  $XOY$  и расположенной на расстоянии  $z \in \left[-\frac{D}{2}; \frac{D}{2}\right]$  от начала системы координат. Согласно свойствам эллипсоида форма его сечения в этой плоскости представляет собой эллипс с полуосями  $a$  и  $b$ , длина которых зависит от координаты  $z$  [9].

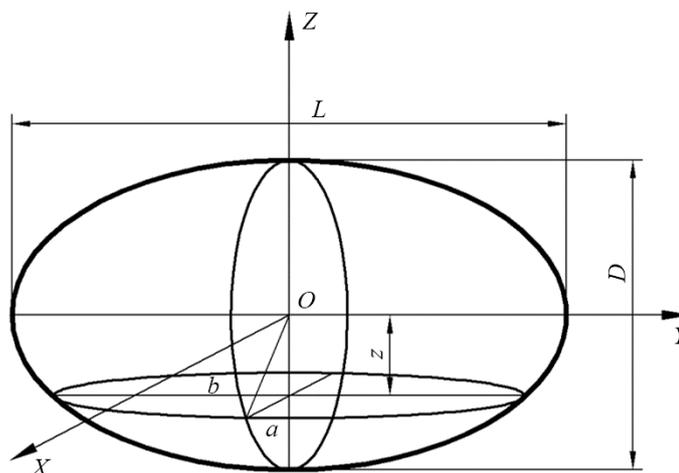


Рисунок 1 – Представление ягоды клюквы в виде эллипсоида

Рассмотрим сечение ягоды плоскостью  $XOZ$ . Согласно свойствам эллипсоида его сечение в данной плоскости является окружностью с радиусом  $\frac{D}{2}$ , а следовательно полуось  $a$  равна:

$$a(z) = \sqrt{\frac{D^2}{4} - z^2}. \quad (2)$$

Рассмотрим сечение ягоды плоскостью  $YOZ$ . Согласно свойствам эллипсоида форма его сечения в данной плоскости представляет собой эллипс, описываемый уравнением [9]

$$\frac{4y^2}{L^2} + \frac{4z^2}{D^2} = 1. \quad (3)$$

Поскольку в рассматриваемом сечении справедливо равенство  $|y| = b(z)$ , то выражение (2) можно представить в виде

$$\frac{4b(z)^2}{L^2} + \frac{4z^2}{D^2} = 1,$$

и выразить из него значение полуоси  $b$ :

$$b(z) = \frac{L}{2} \sqrt{1 - \frac{4z^2}{D^2}}. \quad (4)$$

Площадь поперечного сечения ягоды клюквы в горизонтальной плоскости равна

$$S(z) = \pi a(z)b(z) = \frac{\pi L}{2} \sqrt{\frac{4z^2}{D^2} - 2z^2 + \frac{D^2}{2}}, \quad z \in \left[ -\frac{D}{2}; \frac{D}{2} \right]. \quad (5)$$

Глубина погружения ягоды клюквы в воду определяется из условия равновесия:

$$V_B(z_B)\rho = m, \quad (6)$$

где  $V_B(z_B)$  – объем воды, вытесняемый ягодой при погружении в воду до уровня, соответствующего координате  $z_B$ ,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – плотность воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$m$  – масса ягоды,  $\text{кг}$ .

Объем вытесняемой воды  $V_B$  может быть получен интегрированием выражения (4):

$$V_B(z_B) = \int_{-\frac{D}{2}}^{z_B} S(z) dz, \quad z_B \in \left[ -\frac{D}{2}; \frac{D}{2} \right]. \quad (7)$$

Для определения координаты поверхности воды  $z_B$  использовали функционал системы компьютерной алгебры Mathcad. В результате решения уравнения (5) получили значения координат уровня воды для ягод крупной и мелкой фракций составили  $z_{B1} = 1,17 \cdot 10^{-3}$  м и  $z_{B2} = 3,78 \cdot 10^{-3}$  м, соответственно.

Необходимо принимать во внимание, что существенное превышение толщины подводной части ягодного вороха толщины его надводной части увеличивает содержание в ворохе плавучих примесей, механизированное отделение которых может привести к выбрасыванию вместе с ними и некоторого количества ягод. В связи с этим, для снижения потерь продукции, при обосновании параметров гидротранспортной установки для забора ягод клюквы с поверхности воды необходимо учитывать особенности формирования ягодного вороха и предпринимать меры по снижению толщины его подводной части в момент прохождения через гребневой конвейер.

### Список литературы

1. Клюква крупноплодная в Белоруссии / АН БССР, Центр. ботан. сад. – Минск: Наука и техника, 1987. – 238 с. – Текст: непосредственный.
2. Sandler, H. Cranberry production. A guide for Massachusetts-summary edition. – Text: direct // H. Sandler, C. DeMoranville. – University of Massachusetts, 2008. – 198 p.
3. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр за период с 2005 года по 2007 год / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2007. – 439 с. – Текст: непосредственный.
4. Ленковец, Т.И. Урожайность и масса плода сортов клюквы крупноплодной, интродуцированных в Беларуси / Т.И. Ленковец. – Текст: непосредственный // Плодоводство. – Т. 4. – 2022. – С. 134-139.
5. Крупенин, П.Ю. Анализ способов уборки клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А.К. Рендов, А.Г. Лягуский. – Текст: непосредственный // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. II междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 7-8 декабря 2023 г.). – Брянск: Брянский гос. аграрн. ун-т, 2023. – С. 231-237.
6. Крупенин, П. Ю. Направление совершенствования технического обеспечения процесса уборки клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов, А. Г. Лягуский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 9-10 февраля 2023 г.). – Т. 1. – Барнаул: Алтайский гос. аграрн. ун-т, 2023. – С. 131-132.
7. Крупенин, П.Ю. Техническое обеспечение процесса уборки клюквы крупноплодной / П.Ю. Крупенин, А.К. Рендов, А.Г. Лягуский. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра: сб. науч. ст. 7-й междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 17 ноября 2023 г.). – Ч. 1. – Гомель: Науч.-техн. центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2023. – С. 207-212.
8. Мисун, Л.В. Технологические процессы и средства механизации промышленного выращивания брусничных культур: монография / Л.В. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2008. – 204 с. – Текст: непосредственный.
9. Постников, М.М. Аналитическая геометрия / М.М. Постников. – Москва: «Наука», 1973. – 751 с. – Текст: непосредственный.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

*Марков Александр Игоревич, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Анотация:** в статье приведены теоретические исследования процесса смешивания ингредиентов заменителя цельного молока.

**Ключевые слова:** процесс, смешивание, ингредиент, заменитель, цельное, молоко, критерий, гидродинамика

Смешивание – это процесс соединения двух или более компонентов, направленный на получение однородной смеси. Смешивание осуществляется в результате механического воздействия на среду, которое называется перемешиванием.

Фактически в процессе смешивания вещества взаимно растворяются друг в друге. Этот подход может быть применен к процессу растворения сухого заменителя цельного молока в жидкости (воде) определённой температуры.

Для характеристики гидродинамического режима движения жидкости используется критерий Рейнольдса, модифицированный применительно к процессам перемешивания:

$$\text{Re}_M = \frac{nd_m^2\rho}{\mu}, \quad (1)$$

где  $n$  – частота вращения мешалки,  $\text{с}^{-1}$ ;

$d_m$  – диаметр мешалки, м;

$\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\mu$  – динамическая вязкость жидкости,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ .

Для характеристики процессов перемешивания, например, для определения частоты вращения мешалки, предложены зависимости вида:

$$\text{Re}_M = cGa^k \left( \frac{\rho_T}{\rho} \right)^z \left( \frac{d_q}{d_M} \right)^m \left( \frac{D_{an}}{d_M} \right)^n, \quad (2)$$

где  $Ga = \frac{gd^3}{\nu^2\rho}$  – критерий Галилея;

$d_q$  – диаметр частицы, м;

$\rho_T \rho$  – плотность, соответственно твердой фазы и жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\nu$  – кинематическая вязкость жидкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$D_{an}$  – диаметр аппарата, м;

$c$  – экспериментальный коэффициент;

$k, z, m, n$  – показатели степени.

К модели процесса растворения частицы сухого заменителя молока, гидродинамика процесса может быть упрощенно описана следующим образом.

На модельную систему в целом и составляющие его частицы действуют две основные силы (рисунок 1):

- сила лобового давления ( $P$ ) потока жидкости, стремящаяся оторвать микрочастицы, и сила когезии ( $F$ ), препятствующая их отрыву.

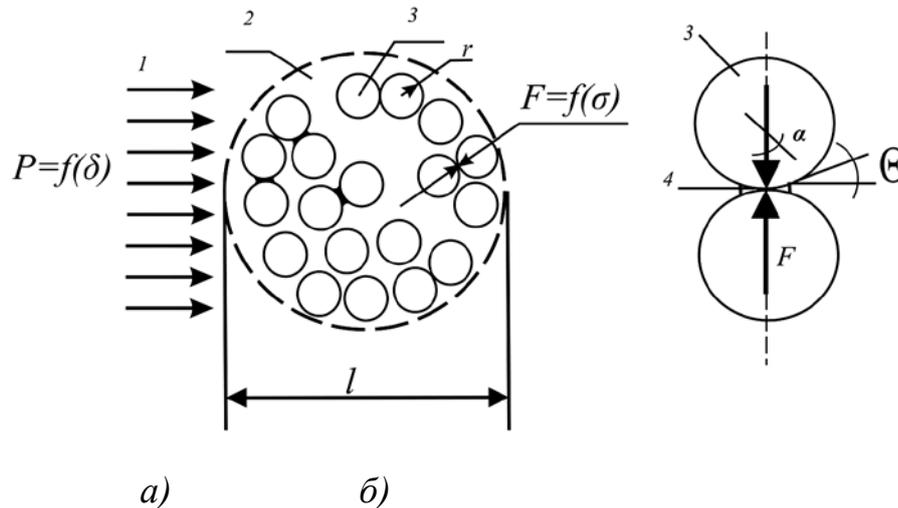


Рисунок 1 – Предполагаемая физическая модель процесса растворения сухого заменителя молока (а) и схема действия сил когезии между двумя соединенными частицами (б):

- 1 – поток воды; 2 – растворяемая частица; 3 – микрочастицы, составляющие растворяемую частицу; 4 – прослойка, соединяющая микрочастицы;  
 $P$ -сила лобового давления жидкости;  $F$  – сила когезии;  
 $l$  – линейный размер частиц подвергаемых растворению, м;  
 $r$  – радиус микроскопических элементов, составляющих частицу (или частиц, составляющих модельную систему)

Условия равновесия системы запишется равенством:

$$P=F \quad (3)$$

Сила лобового давления, Н

$$P = \lambda \frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{\pi l^2}{4}, \quad (4)$$

где  $\lambda$  -коэффициент сопротивления среды (при  $Re > 500$   $\lambda = 0,173$ )

$\rho$  -плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  - скорость потока жидкости относительно частицы («скорость обтекания»), м/с;

$l$  - средний линейный размер частиц, составляющих «модельную систему», м можно принять:

$$l = d_{экв} = \frac{4f}{\Pi},$$

где  $f$ -площадь поперечного сечения частиц, м<sup>2</sup>

$\Pi$  - смоченный параметр частицы, м

Сила когезии, Н:

$$F = 2\pi\sigma \cdot r \cdot mk \frac{\cos\Theta}{1 + \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (5)$$

где  $\sigma$  - поверхностное натяжение жидкой фазы, соединяющей частицы, Н/м (для коровьего молока  $\sigma = 0,05$  Н/м)

$r$  - радиус частицы, м;

$\Theta$  - краевой угол смачивания, град.;

$\alpha$  - контактный угол, град.;

$m$  - число контактов с соседними частицами;

$k$  - коэффициент, учитывающий изменение направления действия сил для различных точек модельной системы.

Приравняв оба уравнения и умножив правую и левую части вновь полученного уравнения на отношение  $\delta\rho/\mu^2$  после преобразований будем иметь:

$$\operatorname{Re}_M = 6,75 \sqrt{\frac{\rho \cdot \sigma \cdot r \cdot mk}{\mu^2}}, \quad (6)$$

где  $\mu$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с.

При выводе уравнения (6) были сделаны допущения, что в процессе перемешивания частица полностью смачивается водой, т.е.  $\Theta$  приближается к 0 и  $\cos\Theta \rightarrow 1$ , а  $\alpha \rightarrow 90^\circ$  и таким образом все соотношение  $\frac{\cos\Theta}{1 + \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = 0,5$

(значение  $\lambda$  при этом принято равным 0,173 турбулентный режим перемешивания)

Полученное выражение для критериев Рейнольдса, видоизмененного применительно к рассматриваемой модели процесса растворения, показывает взаимосвязь между силами внутреннего трения, характеризующимися свойствами среды, и силами когезии, характеризующимися свойствами (в данном случае сопротивлением разрушению) твердой фазы и их взаимное влияние на режим течения жидкости, при котором будет наступать разрушение твердой фазы.

Для подтверждения теоретических предпосылок необходимо провести экспериментальные исследования, которые позволят оптимизировать параметры, режимы работы и энергетические характеристики смесителя [1-2].

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Определение качества готовой смеси заменителя цельного молока для выпойки молодняку КРС / А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависи-

мости к самостоятельности: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 171-173.

2. Вторый, В.Ф. Исследование физико-механических свойств и процесса приготовления жидкого заменителя цельного молока / В.Ф. Вторый, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2009. – № 81. – С. 136-145.

#### УДК 636.084.1

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

*Марков Александр Игоревич, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Анотация:* в статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса смешивания ингредиентов заменителя цельного молока.

*Ключевые слова:* процесс, смешивание, ингредиент, заменитель, цельное, молоко, эксперимент, показатель, растворение

Для определения качества смешивания сухого заменителя молока с водой использовались общепринятые методики, заключающиеся в выделении центрифугированием нерастворенного осадка, выраженного в процентах к общей массе смеси – показатель полноты растворения (ППР). Чем меньше численное значение этого показателя, тем выше эффективность растворения.

Теоретические исследования позволили определить, что основными факторами, влияющими на показатель полноты растворения сухого вещества в жидком (ППР), являются: угол наклона лопастей мешалки, скорость вращения вала мешалки, время смешивания. В качестве одного из основных параметров оптимизации исследуемого смесителя принято качество смешивания компонентов, которое выражено показателем полноты растворения и определяется по формуле, % :

$$ППР = (M_o / M_{ж.с}) \cdot 100, \quad (1)$$

где  $M_o$  – масса, выделенного центрифугированием, осадка, г;

$M_{ж.с}$  – масса жидкой смеси до проведения центрифугирования, г.

В соответствии с методикой проводились трехфакторные эксперименты, для обработки результатов которых использовался пакет Statgraphics Plus, математические модели представлены в раскодированном виде для

удобства сравнительного анализа, оптимизации параметров и режимов работы смесителя.

В результате экспериментальных исследований получена математическая модель процесса смешивания в виде выражения (2) и построены графические зависимости  $ППР$  от параметров и режимов работы смесителя (рисунок 1-3).

После исключения незначимых факторов математическая модель для  $ППР$  имеет вид:

$$ППР = 7,05 + 1,18\alpha + 0,41n_m + 2,4\alpha^2 + 0,63\alpha n_m + 2,22n_m^2 - 1,2n_m t + 1,72t \quad (2)$$

Анализируя результаты исследований необходимо отметить, что  $ППР$  имеет явно выраженный минимум значения в основном соответствующий минимумам значений факторов.

Рассмотрим влияние каждого фактора в отдельности.

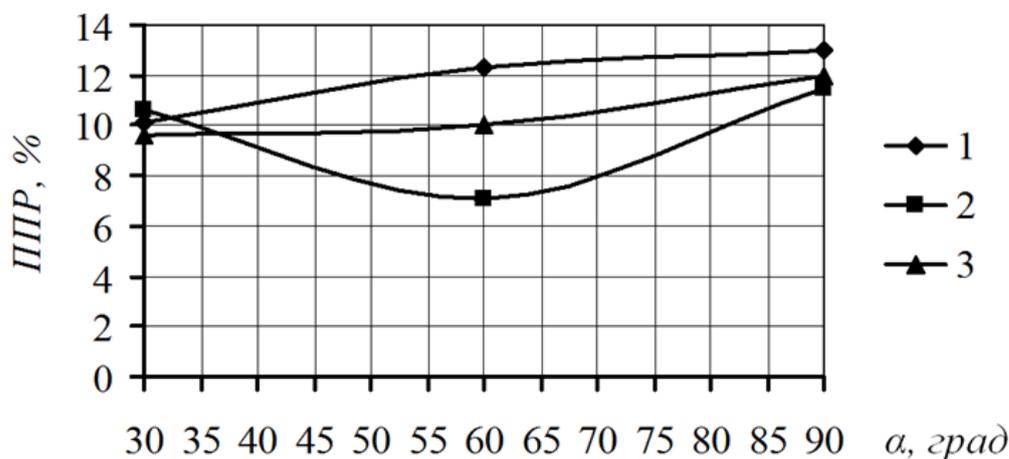


Рисунок 1 – Зависимость  $ППР$  от угла наклона лопастей мешалки при разном времени смешивания: 1-60с; 2-120с; 3-180с

Угол наклона лопастей мешалки при значениях 30-60° способствует снижению  $ППР$ , улучшая качество перемешивания, но при дальнейшем увеличении угла наклона до 90° приводит к снижению качества смеси. Это связано с тем, что с увеличением угла наклона лопастей к плоскости вращения, особенно при больших значениях, уменьшается перемешивающая способность, слои жидкости и порошка не смещаются относительно друг друга, перемещаясь по всему объему смесителя, а попадают во все увеличивающуюся зону хаотического перемешивания в небольшом объеме. Это снижает эффективность процесса.

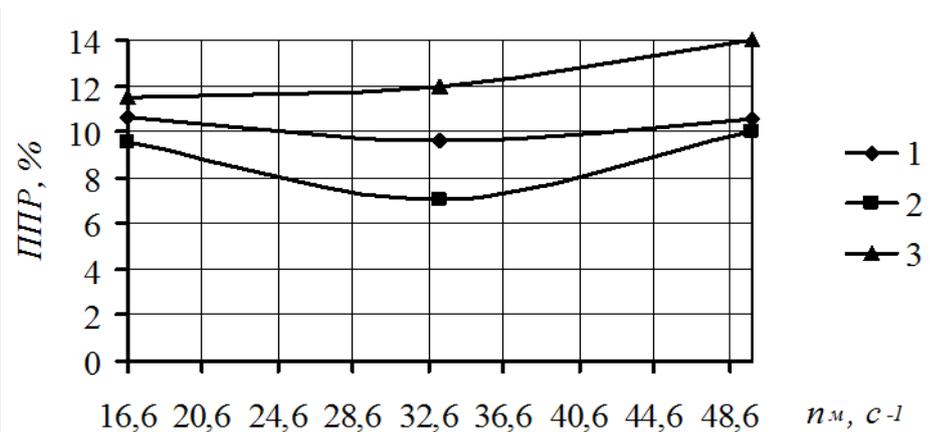


Рисунок 2 – Зависимость  $ППР$  от частоты вращения вала мешалки при разном угле наклона лопастей мешалки: 1 -  $30^\circ$ ; 2 -  $60^\circ$ ; 3 -  $90^\circ$

Частота вращения вала мешалки  $n_m$  так же оказывает существенное влияние на качество смеси. Так при изменении частоты вращения  $n_m = 16,6 \div 33,2 \text{ с}^{-1}$  происходит улучшение качества смешивания  $ППР$  с  $12 \div 14\%$  до  $7 \div 8\%$ , затем  $ППР$  снова возрастает до первоначального значения. Этот процесс связан с тем, что до значения  $n_m = 33 \text{ с}^{-1}$  происходит интенсификация процесса скольжения слоев смеси по лопасти смесителя, увеличивается скорость перемещения слоев, интенсивность процессов образования вихрей на тыльной поверхности невелика и растет менее интенсивно. При дальнейшем росте  $n_m$  интенсифицируется процесс вихреобразования и становится преобладающим, что как и при увеличении угла наклона лопастей приводит к снижению качества смешивания.

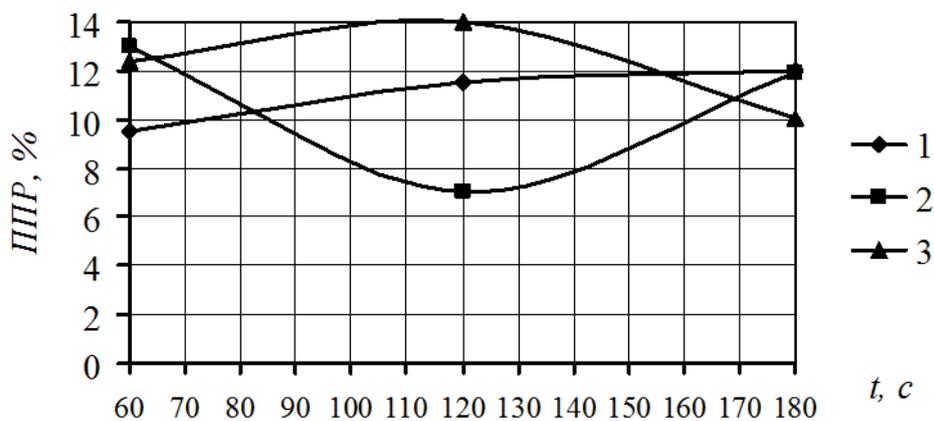


Рисунок 3 – Зависимость  $ППР$  от времени смешивания при различной частоте вращения вала мешалки: 1- $16,6 \text{ с}^{-1}$ ; 2- $33,2 \text{ с}^{-1}$ ; 3- $49,8 \text{ с}^{-1}$

Время смешивания  $t$  также имеет существенное значение для обеспечения приготовления качественной смеси. Из зависимостей (рисунок 3) видно, что при частоте вращения  $n_m = 16,6 \text{ с}^{-1}$  увеличение длительности процесса смешивания не приводит к улучшению качества смеси, это объясняется недостаточной интенсивностью процесса. При  $n_m = 33,2 \text{ с}^{-1}$  наибо-

лее эффективное время смешивания составляет примерно 120с далее качество смеси начинает ухудшаться, что объясняется процессами сегрегации, происходит расслоение на различные по физико-механическому составу фракции. При  $n_m > 33,2c^{-1}$  в течении примерно 2 минут происходит снижение ППР, так как в это время присутствует хаотическое перемешивание в зоне лопастей смесителя, в дальнейшем процесс занимает более обширный объем, начинают формироваться потоки ингредиентов смеси и это способствует улучшению качества смешивания.

Таким образом оптимальными параметрами и режимами работы смесителя являются: угол наклона лопастей мешалки  $\alpha = 52,9^\circ$ ; частота вращения вала мешалки  $n_m = 32,1c^{-1}$ ; время смешивания  $t = 118,6$  с, при показателе полноты растворения ППР = 6,9% [1-2].

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Определение качества готовой смеси заменителя цельного молока для выпойки молодняку КРС / А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 171-173.
2. Вторый, В.Ф. Исследование физико-механических свойств и процесса приготовления жидкого заменителя цельного молока / В.Ф. Вторый, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2009. – № 81. – С. 136-145.

УДК 621.926.4

### КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДРОБИЛОК УДАРНОГО ТИПА

*Медведев Андрей Сергеевич, студент-бакалавр  
Комоликов Алексей Сергеевич, науч. рук., ассистент  
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия*

*Анотация:* в статье рассматривается классификация и принцип работы дробилок ударного типа

*Ключевые слова:* измельчение, способы измельчения, дробилка, производство кормов

*Введение.* Дробилки используются в производстве многих отраслей промышленности из-за их неотъемлемой части. Они обеспечивают возможность измельчения широкого спектра материалов, включая зерно, ми-

нералы, пластмассы, дерево и другие материалы, что делает их эффективным инструментом для измельчения [1].

Дробилки широко используются в строительстве, сельском хозяйстве и пищевой промышленности из-за их универсальности и простоты использования делает их идеальными для любого типа дробления.

*Целью работы* является изучение классификации и принцип работы дробилок ударного типа.

*Основная часть.* Измельчение – это процесс разрушения (деформирования) твердых тел под действием внешних сил. Данный процесс включает в себя дробление, которое приводит к получению материала (продукта) размером более 5 мм, и помол, при котором материал (продукт) имеет размер менее 5 мм [2]. Основные способы измельчения представлены на рис. 1.

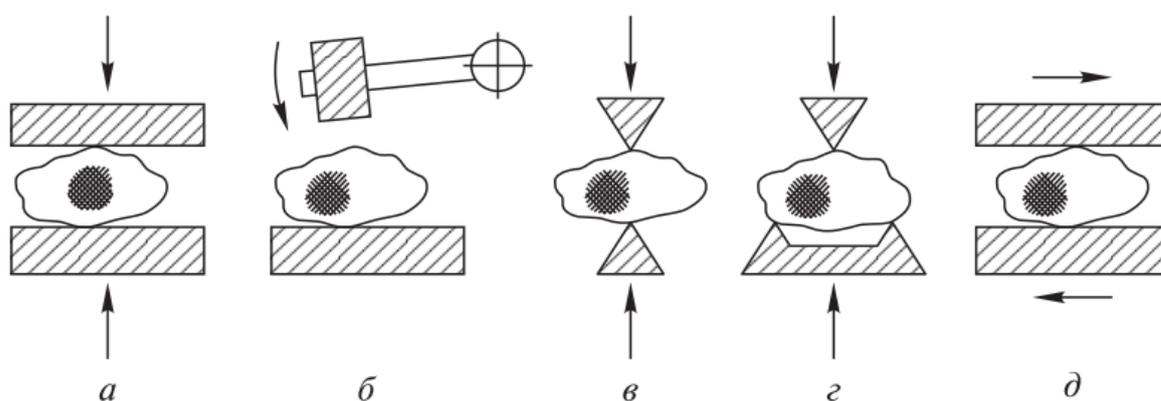


Рисунок 1 – Способы измельчения [2]

а – раздавливание, б – раскалывание, в – излом, г - удар, д – истирание

В зависимости от принципа действия, дробилки классифицируются:

1) Щековые дробилки, в которых материал дробится благодаря раздавливанию, раскалыванию и частичному истиранию между двумя щеками, когда они периодически сближаются [2].

2) Конусные дробилки, в которых материал дробится раздавливанием, изломом и частичным истиранием между двумя коническими поверхностями. Одна из поверхностей движется эксцентрично относительно другой, обеспечивая непрерывное дробление материала.

3) Валковые дробилки, в которых материал раздавливается между двумя валками, вращающимися навстречу друг другу. Часто эти валки вращаются с разной частотой, что сочетает раздавливание материала с его истиранием [2,3].

4) Дробилки ударного действия, которые включают молотковые и роторные дробилки. В молотковых дробилках материал измельчается преимущественно ударами шарнирно подвешенных молотков, а также истиранием. В роторных дробилках дробление достигается ударами по матери-

алу жестко закрепленных на роторе бил, ударами материала об отражательные плиты и соударениями кусков материала [3].

*Дробилки ударного действия. Устройство и принцип работы.*

Инновации в сельском хозяйстве позволяют повысить эффективность производства и улучшить качество продукции. Одной из важных задач является дробление сельскохозяйственной продукции на мелкие фракции. Для этой цели широко применяются дробилки различных типов. Особое внимание уделяется ударным дробилкам, которые являются одними из самых эффективных агрегатов в этой области. Они успешно применяются не только на мелких и крупных фермерских хозяйствах, но и в промышленном производстве. Устройство дробилки ударной представлена на рис. 2 [4].

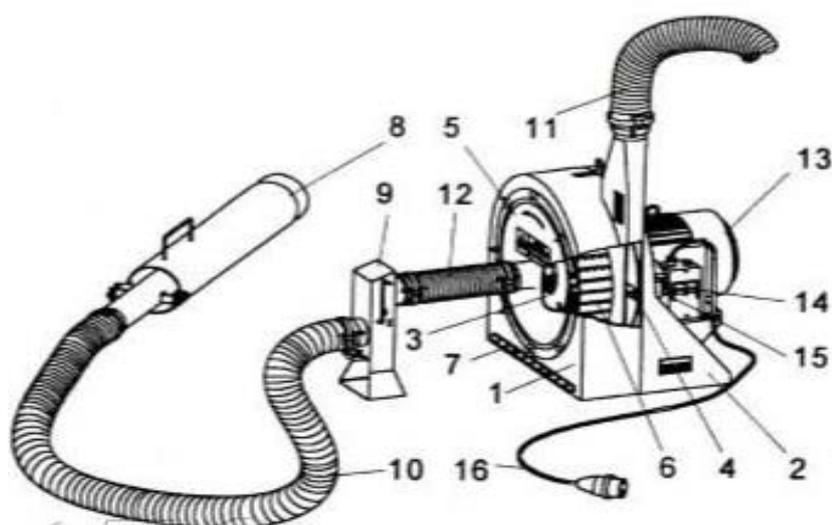


Рисунок 2 – Схема дробилки ударной Н-119 [5]

- 1 – корпус, 2 – станина, 3 – ротор ударный, 4 – ротор вентилирующий,  
5 – передняя крышка, 6 – сито, 7 – диафрагма, 8 – пневматический заборник, 9 – сепаратор (магнит + камнеуловитель), 10 – гибкий всасывающий шланг, 11- напорный трубопровод, 12 – переходник,  
13 – электродвигатель, 14 – переключатель, 15 – выключатель,  
16 – электрический провод с вилкой

Ударная дробилка запускается с использованием электрического двигателя, а некоторые модели дополнительно оснащены частотными преобразователями. Основу агрегата составляет дробильная камера, а его рабочим механизмом является роторный вал. Он может быть установлен как горизонтально, так и вертикально. На валу располагаются молотки, свободно подвешенные. Именно они выполняют роль дробящего элемента и изготовлены из прочного сплава. Внизу ротора находится небольшое сито с отверстиями нужного диаметра, через которое проходит готовый продукт. Диаметр сита может изменяться в зависимости от предпочтений и

требований процесса дробления. Если фракционное разделение не требуется, сито можно легко убрать [6, 8].

Для начала работы с дробилкой необходимо засыпать сырье в рабочую камеру агрегата. Затем оно попадает непосредственно на ротор, где молоточки циклически ударяют по нему, разрушая фракции и полученный продукт просыпается вниз на сетку. Разрушение происходит исключительно в результате механического воздействия. Удар молоточка повышает напряжение внутри сырья, что приводит к его разрушению на мельчайшие частицы. Интересно, что при этом не происходит никакой тепловой обработки и иных воздействий на продукт. Контакт с молоточком происходит лишь в течение незначительного времени, достаточного для изменения свойств сырья. В некоторых случаях можно применять двойной способ забора полученного продукта с помощью осаждения и принудительного отсоса при помощи вентилятора, что позволяет удалить пыль и мелкие частицы из рабочей камеры и получить продукт высокого качества [7, 8].

Таким образом, ударные дробилки представляют собой эффективную технику для дробления сельскохозяйственной продукции. Их широкое применение на фермерских хозяйствах и в промышленности свидетельствует об их надежности и практичности.

*Заключение.* Для разнообразных сфер деятельности человека требуются дробилки различной мощности. Выбор подходящей модели в первую очередь зависит от потребностей фермерского хозяйства или производства. Для производства кормов, сырьевых комбинатов и пищевой промышленности применяются дробилки, но в последнем случае все детали, которые контактируют с продуктами, должны быть изготовлены из особого металла, подходящего для использования в пищевой сфере. Не только горные породы, такие как известняк и гипс, могут быть дроблены, но и при работе с углем следует соблюдать осторожность, поскольку он может подвергнуться воспламенению [9].

### Список литературы

1. Саенко, Ю.В. Обзор дробилок зерна / Ю.В. Саенко, М.А. Семернина. – Текст : непосредственный // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский, 2021. – С. 163-168.
2. Дробильное оборудование. – Текст: электронный. – URL: <https://extxe.com/4532/drobilnoe-oborudovanie/>
3. Классификация дробилок и машин для измельчения материалов. – Текст: электронный. – URL: <https://forpsk.ru/index.php/studentu-psk/3-j-kurs/34-mekhanicheskoe-oborudovanie-predpriyatij-strojindustrii/139-klassifikatsiya-drobilok-i-mashin-dlya-izmelcheniya-materialov>
4. Современные технологии в сельском хозяйстве. – Текст: электронный. – URL: [clck.ru/39RXPу](http://clck.ru/39RXPу)

5. Ремонт и trade-in дробилок зерна. – Текст: электронный. – URL: <https://balashiha.catalogxy.ru/board/b350833003-remont-i-trade-in-drobilok-zerna.htm>
6. Принцип работы молотковой дробилки. – Текст: электронный. – URL: <https://ap-nn.com/printsip-raboty-molotkovoy-drobilki/>
7. Особенности молотковых дробилок. – Текст: электронный. – URL: <https://mtspb.com/company/media/stati/osobennosti-molotkovykh-drobilok/>
8. Хапов, Ю.С. Машины для измельчения концентрированных кормов / Ю.С. Хапов. – Текст : непосредственный // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик, 2022. – С. 143-146.
9. Волошин, Е.В. Анализ конструктивных особенностей измельчающих машин / Е.В. Волошин. – Текст : непосредственный // Научный альманах. – 2015. – № 11-3 (13). – С. 69-71.

УДК 629

## ВИБРОЗАЩИТА ТРАКТОРА МТЗ-82

*Медведев Андрей Сергеевич, студент-бакалавр  
Мищенко Елена Владимировна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орел, Россия*

*Аннотация:* в данной статье рассматривается вопрос виброзащиты трактора МТЗ-82.

*Ключевые слова:* виброзащита, вибрация, виброгасители, виброизоляторы, трактор МТЗ-82

При движении механической системы под воздействием внешних сил возникают механические колебания или вибрации [9]. Эти вибрации могут оказывать негативное влияние на функционирование механизма, ухудшая его эксплуатационные характеристики. В частности, они способны снижать точность работы системы, уменьшать коэффициент полезного действия и срок службы машины, а также повышать температуру деталей, снижать их прочность и оказывать вред на человека-оператора.

Часто эти колебания становятся деструктивными. Например, крутильные колебания могут вызывать поломку коленчатых валов, а сильные вибрации могут разрушать клапанные пружины. В случае, если не удастся обеспечить равновесие и балансировку отдельных звеньев и механизма в целом, применяются различные методы борьбы с вибрацией для снижения ее воздействия. При проектировании машины принимаются меры для снижения ее виброактивности, включая уравнивание и балансировку ме-

ханизмов. Одновременно предусматриваются средства защиты машины от вибраций, испускаемых другими машинами или от воздействия окружающей среды, а также защита самой среды и операторов от вибраций, порождаемых данной машиной [1, 8].

Виброзащита – это совокупность средств и методов, предназначенных для снижения воспринимаемой защищаемыми объектами вибрации. Защищаемыми объектами могут быть люди, работающие за машинами, обслуживающий персонал, находящийся в зоне воздействия вибрации, здания и сооружения, а также машины, аппараты, приборы и их составные части, которые подвержены вибрации при работе. В целом, контроль за вибрацией и борьба с ней играют важную роль в обеспечении надежности и эффективности работы механических систем и обеспечении безопасности людей, зданий и оборудования.

При прохождении летом производственной практики и работая на сельскохозяйственной технике (рис. 1), авторы отметили, что виброзащита тракторов является актуальной задачей [5, 6].



Рисунок 1 – Работа на тракторе МТЗ 82 + ПЛН-3-35

Кабины тракторов играют важную роль в обеспечении комфорта и безопасности операторов. Несмотря на постоянное совершенствование конструкций кабин, операторы отечественных тракторов все еще сталкиваются с негативными факторами, такими как загрязнение выхлопными газами, неудобная рабочая поза, повышенная температура и запыленность воздуха. Однако, два особенно вредных фактора – шум и вибрации – оказывают постоянное воздействие на операторов, что может привести к снижению работоспособности и ухудшению их здоровья [2]. С целью обеспечения защиты от шума и вибраций, проектировщики современных машин разрабатывают новые конструкции и технологии изготовления деталей, совершенствуют сборочные операции и создают системы виброзащиты, окружающей среды и узлов трактора [3, 4].

Один из способов обеспечения виброзащиты в кабинах тракторов – использование резинометаллических виброгасителей (рис. 2). Эти опоры не только гасят вибрацию от источника, но и обеспечивают необходимую прочность при воздействии на кабину поперечных сил.

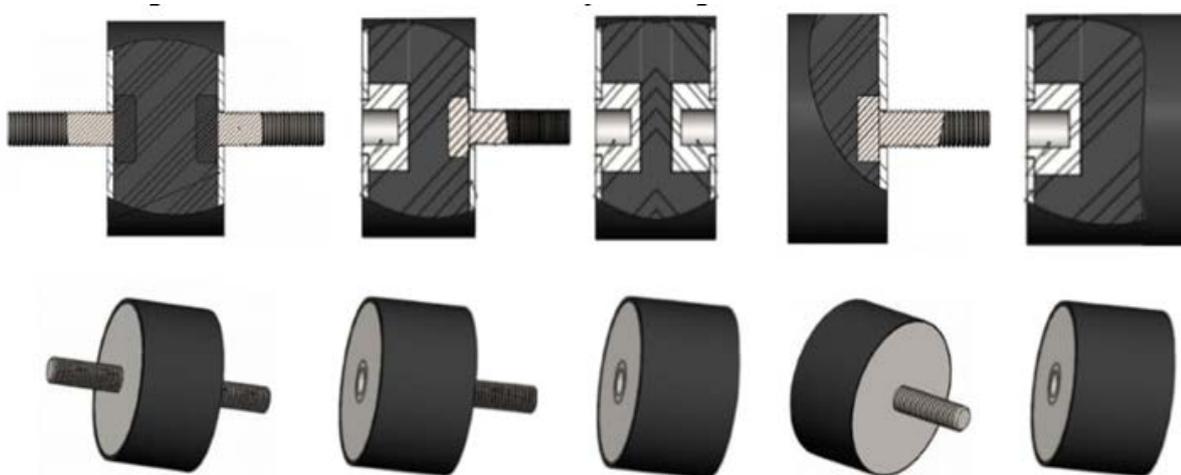


Рисунок 2 – Резинометаллические виброгасители (опоры)

Для подрессоривания кабин тракторов МТЗ применяются виброизоляторы [7]. Хотя они успешно справляются с своей задачей, конструкция и упругодемпфирующие характеристики виброизоляторов на протяжении всего времени производства машин остаются неизменными. В идеальном случае каждая машина должна иметь виброизоляторы с характеристиками, оптимальными для обеспечения комфортной работы конкретного оператора.

Одним из вариантов виброизоляторов с металлическими упругими элементами являются винтовые пружины растяжения-сжатия, пружины кручения и пластинчатые пружины. Эти элементы обеспечивают необходимую упругость и демпфирование вибрации, что позволяет снизить воздействие на оператора и повысить его комфортность работы. В целом, виброзащита и виброизоляция в кабинах тракторов играют важную роль в обеспечении безопасности и комфорта операторов. Постоянное совершенствование конструкций и применение новых технологий позволяют уменьшить воздействие шума и вибраций на операторов, что в свою очередь положительно сказывается на их работоспособности и здоровье.

При установке кабин тракторов массового производства применяют резинометаллические виброгасители (рис. 3). Данный тип опор, кроме функции гашения вибрации от источника, должен соответствовать требованиям безопасности – обеспечивать достаточную прочность при воздействии на кабину поперечных сил.



Рисунок 3 – Виброизолятор кабины трактора МТЗ 82

В последние годы наблюдается постоянное увеличение энерговооруженности и скоростей передвижения тракторов. Это ведет к увеличению динамической нагруженности деталей ходовой части и трансмиссий, что, в свою очередь, приводит к повышению уровня генерируемых ими колебаний. Вибрация оказывает негативное влияние на узлы и детали самого трактора, а также на окружающую среду и оператора. Длительное воздействие вибрации приводит к повышенной утомляемости оператора и увеличению количества ошибок в управлении, снижая таким образом производительность тракторного агрегата. Вибрационные нагрузки также способствуют развитию профессиональных заболеваний, в частности, вибрационной болезни, которая занимает второе место среди профессиональных заболеваний операторов тракторов. Кроме того, часто наблюдается расстройство нервной системы, нарушение обменных процессов, опущение желудка и язвенная болезнь, а также деформация позвоночника. В связи с этим тема снижения уровня вибронагруженности рабочего места оператора сельскохозяйственной техники является весьма актуальной. Решение данной задачи позволит улучшить условия труда операторов, снизить риск развития профессиональных заболеваний и повысить эффективность работы тракторов.

#### **Список литературы**

1. Линник, Д.А. Оценка эффективности существующей системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора при выполнении полевых работ / Д.А. Линник. – Текст: непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 161-166.
2. Линник, Д.А. Влияние конструктивного исполнения системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора на развитие профессиональных заболеваний / Д.А. Линник, А.С. Воронцов. – Текст: непосредственный // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2019. – № 11. – С. 15-23.

3. Мищенко, Е.В. Исследование способов снижения вибрации / Е.В. Мищенко, А.Р. Белевский. – Текст: непосредственный // Инновационное техническое обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы научно-технической конференции с международным участием имени А.Ф. Ульянова. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – С. 142-145.
4. Мищенко, Е.В. Вибрация: вредное воздействие на человека и методы борьбы / Е.В. Мищенко, М.А. Аниконова, П.Д. Асафов. – Текст: непосредственный // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В.В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 130-133.
5. Мищенко, Е.В. Виброзащита трактора BELARUS-1221 Е.В. Мищенко, И.А. Кошкин. – Текст : непосредственный // Научно-практические аспекты развития АПК: мат-лы национ. науч. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – С. 167-169.
6. Мищенко, Е.В. Виброзащита картофелеуборочного комбайна КПК 2-01 Мищенко, М.В. Жуков. – Текст : непосредственный // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022. – С. 93-96.
7. Поддрессирование кабин тягово-транспортных средств: учебное пособие / В.В. Шеховцов, А.В. Победин, М.В. Ляшенко [и др.]. – Волгоград: ВолгГТУ, 2016. – 160 с. – Текст : непосредственный.
8. Тетерина, И.А. Результаты теоретических исследований системы виброзащиты рабочего места оператора дорожной уборочно-подметальной машины на базе трактора МТЗ-80 / И.А. Тетерина. – Текст : непосредственный // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2016. – № 3(49). – С. 16-21.
9. Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности: учеб. пособие / С.Ф. Яцун, В.В. Серебровский, В.И. Серебровский, В.Я. Мищенко, Е.В. Мищенко. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2010. – 144 с. – Текст : непосредственный.

## ОБЗОР СПОСОБОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ШТАПЕЛИРОВАНИЯ ВОЛОКНА

*Мельниченко Евгений Александрович, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье представлен обзор способов механической технологии штапелирования волокна.

**Ключевые слова** лен-долгунец, льнотреста, льнолента, штапелирование волокна

Для России лён – культура политическая. До революции марка «Русский лён» ценилась на мировом рынке так же высоко, как «французский коньяк», «индийский чай», «бразильский кофе». Льняная отрасль всегда давала в казну хороший «валютный куш». Лён – натуральная и экологически чистая культура. Используется каждая часть этого растения [1-7].

Известны следующие способы механической технологии штапелирования льноволокна: разрыв, поперечное расщипывание, высокоскоростное продольное расщипывание и резка (рубка). Разность в длине отдельных волокон, полученных по указанным способам, составляет 2-3 мм.

У всех способов одинаковая технология подготовки волокна к основному штапелированию, это питание, смешивание, кардочесание и лентоформирование. Далее в зависимости от способа штапелирования устанавливаются различные машины.

Разрыв производят на зажатом волокне, при подаче его под воздействие рабочего барабана с определенной гарнитурой (ножами) (рис. 1). В процессе неконтролируемого (неуправляемого) разрыва волокно захлестывается за кромку ножа, поэтому необходимо его надежно зажать питающих вальцах. Разводка  $L$  является определяющим фактором при разрыве, т.к. ее изменение влияет на длину волокон, их поврежденность и заостренность. Этот метод в большинстве случаев используют для переработки волокна в массе.

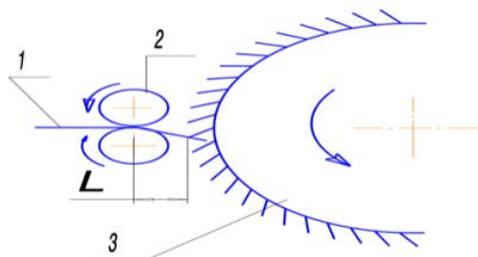


Рисунок 1 – Неконтролируемый (неуправляемый) разрыв:

1 – обрабатываемый материал; 2 – питающие зажимные вальцы;  
3 – рабочий барабан с ножами

Контролируемый (управляемый) разрыв производят на ленточных разрывных, штапелирующих и других машинах (рис. 2).

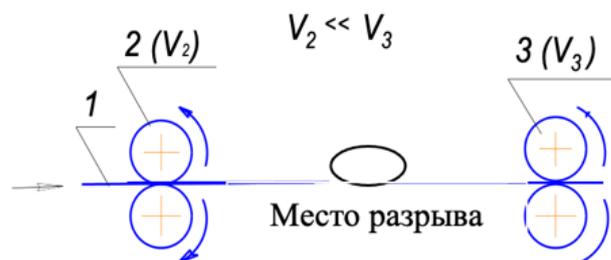


Рисунок 2 – Контролируемый (управляемый) разрыв:  
1 – волокно в ленте; 2 – питающие вальцы; 3 – вытяжные вальцы

При поперечном расщипывании волокна (рис. 3) материал 1 поступает в зону обработки при помощи питающих вальцов 2. Рабочий орган 3, вращающийся с большой частотой за счет движения водила 4, осуществляется поперечное расщипывание волокна через определенный временной интервал. Модифицированное по длине волокно 5 выводится вытяжными вальцами 6. Скорости питающих и вытяжных вальцов одинаковые, что обеспечивает необходимое для расщипывания волокна.

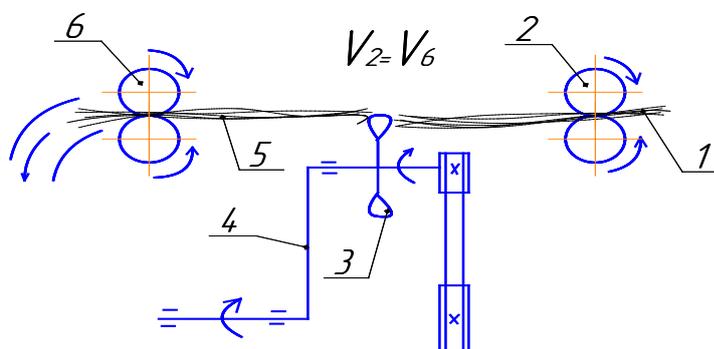


Рисунок 3 – Принципиальная схема поперечного расщипывания волокна

Высокоскоростное трепание может осуществляться как продольным, так и поперечным расщипыванием. При продольном высокоскоростном расщипывании на волокно воздействуют барабаны с билами с большой частотой вращения подобно тому, как при трепании длинного волокна при его первичной обработке. Основные устройства: питающий узел, с помощью которого волокно подается в рабочую зону; рабочие органы, вращающиеся с большой частотой, за счет чего и происходит модификация волокна по его длине.

Высокоскоростное продольное расщипывание путем трепания можно реализовать на станках мяльно-трепальных СМТ-200М и СМТ-500,

обеспечив частоту вращения трепальных барабанов до  $600 \text{ мин}^{-1}$ , применяют этот способ обычно на стеблях льна, а не на волокне.

Высокоскоростное поперечное расщипывание (трепание) реализовано в модификаторе льняной ленты МЛЛ-510 (рис. 4). Подготовленное льняное волокно в виде ленты 6 (после кардочесальной машины и 2-х переходов ленточных машин) подается с помощью пары питающих вальцов 1 в рабочую камеру 2, где подвергается поперечному воздействию двух рабочих органов 3, имеющих по четыре радиальных била 4, которые движутся навстречу друг другу при помощи зубчатых колес 5. При нанесении ударов билами по ленте, в элементах волокна, вследствие деформации возникают инерционные силы, а также силы трения. После удара бил лента захлестывается, волокно отклоняет в противоположном направлении. В результате многократных ударных воздействий межволоконные связи ослабевают – и комплексы волокнистых пучков расщепляются на отдельные волокна. Одновременно от волокна отделяются нецеллюлозные примеси и костра, которые выводятся из рабочей камеры потоком воздуха, создаваемым вентилятором.

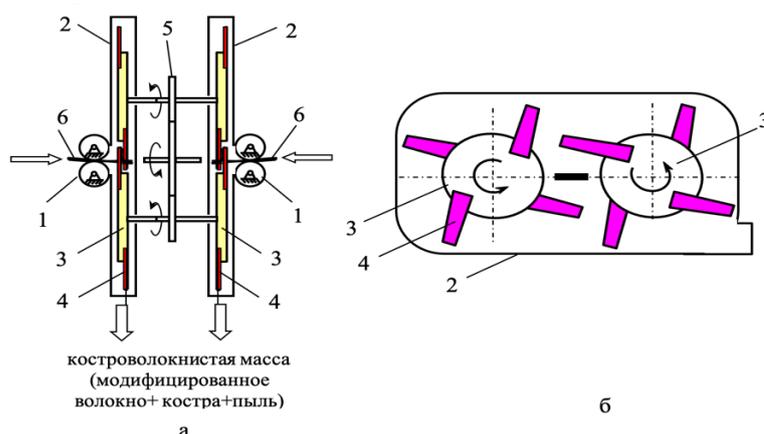


Рисунок 4 – Высокоскоростное поперечное расщипывание волокна в модификаторе МЛЛ-510:

а – вид сбоку; б – вид со стороны входа ленты

Характеристики модифицированного волокна, получаемого на МЛЛ-510 при переработке льняной ленты из короткого волокна при частоте вращения рабочих органов  $2500-3500 \text{ мин}^{-1}$  (в виде четырех бил – один орган): средняя массодлина 45-25 мм, пуховая группа волокон не более 40%, линейная плотность 3,0-4,0 текс, массовая доля костры не более 6%, выход волокна не более 85%.

По способу поперечного расщипывания (высокоскоростного трепания) работает также машина для переработки льна (рис. 5).

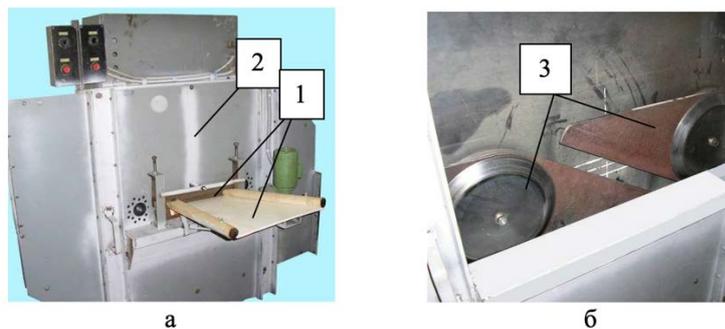


Рисунок 5 – Машина для переработки льна:  
 а – общий вид; б – вид рабочих органов:  
 1 – устройство питания; 2 – рабочая камера; 3 – рабочие органы

По конструкции и принципу действия она схожа с модификатором МЛЛ-510, но имеет другую конструкцию рабочих органом, что позволяет модифицировать льняную тресту, льносырец, отходы трепания, короткое волокно, путанину, другие волокнистые материалы в массе и в ленте при большей производительности.

Машина также может выпускать однотипное, короткое волокно и реализует энергосберегающую технологию переработки льна в условиях льнозаводов. В зависимости от вида перерабатываемого сырья и качества готового волокна машина может устанавливаться с мяльными машинами, очистителями волокна и входить в состав технологических цепочек получения модифицированных волокон. Используя различное сырье, машина позволяет получать модифицированное волокно: средней массодлиной 60-150 мм; линейной плотностью 4-6 текс; массовой долей костры 9-25%, а при последующей доработке – средней массодлиной и массовой долей костры ниже 60 мм и 5% соответственно. Выход модифицированного волокна в зависимости от вида и качества исходного сырья не более 90%.

Метод разрезания (резки). В России чаще используют метод резки (рубки) волокна в сформированной ленте гильотиной или ножами (рис. 6).

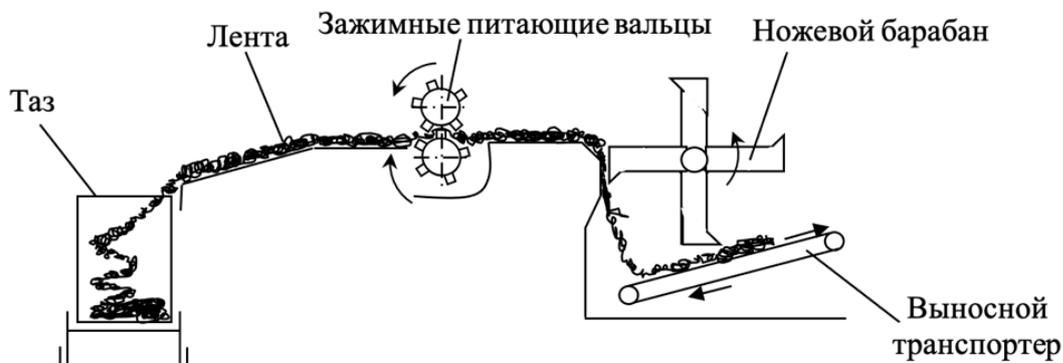


Рисунок 6 – Технологическая схема резальной машины МР-1

Волокно в ленте или в массе поступает под воздействие вращающегося ножевого барабана, в результате чего происходит разрезание волокна на части определенной длины. На льнокомбинатах эта машина часто используется для разволокнения отходов прядильного и шпагатно-веревочного производства.

В отличие от разрыва, метод резки позволяет получить заданную длину волокон (один из важных показателей). Недостатком резки является то, что из волокон достаточно толстых получается котонин низкого номера.

Однако исследования ОАО «КНИИЛП» (Кострома) показали, что методом разрезания можно получать лучшие результаты, нежели методом разрыва: закостренность не более 3,5 %; доля волокон длиной 16-40 мм (при длине резки 36 мм) – 70-85%; линейная плотность при 2,86-3,33 текс. Перечисленные свойства позволяют вырабатывать пряжу линейной плотностью 29,4 текс при вложении льняного волокна до 30%.

Тонкая очистка и рыхление волокна после процессов разрыва, высокоскоростного трепания и резания осуществляются на тонких чесальных, щипально-замасливающих, трепально-рыхлительных машинах или на хлопковых очистителях (ЧО-2, ЧУ-2, ОН-6).

#### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2014. – № 1. – С. 20-21.
2. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 84-92.
3. Патент 2524265. Российская Федерация. Устройство для сушки рулонов льна: №2012152685/13: заявл. 06.12.2012: опубл. 27.07.2014 / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский, Н.Н. Кузнецов, В.Д. Попов, А.В. Зыков, А.Н. Власенков. – 7 с. – Текст: непосредственный.
4. Шушков, Р.А. Пункт досушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: материалы Международной научно-практической конференции: 100 лет в диалоге с наукой. 2013. – С. 134-136.
5. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Международный агроэкологический форум: материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 141-146.
6. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное

обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.

7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

**УДК 004.8**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОЛОГИИ**

*Митасова Софья Алексеевна, студент-бакалавр  
Литвинов Павел Васильевич, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО СПбГАУ, г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация:** статья посвящена исследованию применения искусственного интеллекта в экологии. Искусственный интеллект играет все большую роль в решении проблем окружающей среды и улучшении экологической обстановки. В статье рассматриваются основные области применения искусственного интеллекта в экологии, а также приводятся конкретные примеры перспективного использования этой технологии.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, экология, применение, технологии, инновации*

*Введение.*

В последние годы искусственный интеллект стал одним из ключевых помощников в борьбе за сохранение окружающей среды. Искусственный интеллект (ИИ) играет все более значимую роль в решении проблем экологии и устойчивого развития.

Благодаря своим высоким вычислительным возможностям и способности анализировать огромные объемы данных, ИИ может быть использован для прогнозирования изменений в окружающей среде, оптимизации использования ресурсов, управления отходами и разработки новых экологически устойчивых технологий.

Далее мы рассмотрим основные области, в которых применяется искусственный интеллект, а также приведем примеры успешного использования этой технологии.

Один из основных способов применения ИИ в экологии - анализ данных о состоянии окружающей среды и прогнозирование её изменений. Например, с помощью машинного обучения можно анализировать данные об уровне загрязнения воздуха или воды, оценивать состояние лесов и морских экосистем, предсказывать поведение животных и многое другое. Это позволяет принимать более обоснованные решения в области охраны окружающей среды и организации работы природоохранных организаций.

ИИ также может быть использован для оптимизации использования природных ресурсов. Например, с помощью алгоритмов оптимизации можно оптимизировать маршруты сбора мусора, управлять потреблением энергии и воды, оптимизировать производственные процессы с целью уменьшения отходов и экономии ресурсов.

Кроме того, ИИ может быть использован для разработки новых технологий, способствующих улучшению состояния окружающей среды. Например, с помощью искусственного интеллекта можно создавать инновационные решения в области обработки и переработки отходов, разработки экологически чистых источников энергии, организации управления транспортными потоками и т.д.

Таким образом, применение искусственного интеллекта в экологии имеет большой потенциал для улучшения состояния окружающей среды и обеспечения устойчивого развития общества.

#### 1. Мониторинг окружающей среды:

Мониторинг окружающей среды является важным инструментом для оценки состояния окружающей среды и принятия решений для ее охраны и улучшения. Использование ИИ в мониторинге окружающей среды позволяет автоматизировать процессы анализа данных, принятия решений и прогнозирования изменений в окружающей среде.

Одним из ключевых преимуществ использования ИИ в мониторинге окружающей среды является способность обработки больших объемов данных. С помощью алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей, ИИ способен анализировать данные с высокой скоростью и точностью, что позволяет выявлять паттерны и тенденции, которые могут быть незаметны для человека.

Искусственный интеллект также помогает в оптимизации процессов мониторинга окружающей среды. Автоматизация сбора, обработки и анализа данных позволяет сократить время на получение результатов и улучшить качество их интерпретации.

Более того, ИИ способен прогнозировать изменения в окружающей среде на основе имеющихся данных. Это позволяет принимать меры предотвращения проблем, связанных с загрязнением воздуха, воды и почвы, сохранением биоразнообразия и борьбой с изменением климата.

Таким образом, использование искусственного интеллекта в мониторинге окружающей среды представляет собой эффективный и перспектив-

ный подход, который способствует улучшению качества окружающей среды и обеспечивает устойчивое развитие общества.

#### 1. Прогнозирование и моделирование: (рис. 1)



Рисунок 1 – Прогнозирование и моделирование

Изучить различные виды воздействия на окружающую среду. Моделирование поведения экосистем может быть полезным инструментом для разработки стратегий устойчивого развития и защиты окружающей среды.

Искусственный интеллект может быть использован для анализа данных о состоянии экосистем, погодных условиях, распространении видов и других факторах, влияющих на экосистему. На основе этих данных можно построить модели, которые позволят предсказывать различные сценарии развития экосистемы и их влияние на животных и растения.

Такие модели могут помочь выявить потенциальные угрозы для биоразнообразия, предсказать последствия климатических изменений, оптимизировать управление природными ресурсами, а также разработать стратегии по сохранению и восстановлению уязвимых экосистем.

Таким образом, использование искусственного интеллекта в прогнозировании и моделировании экосистем может сыграть важную роль в сохранении биоразнообразия и обеспечении устойчивого развития человечества.

2. Разработка эффективных решений: ИИ может использоваться для оптимизации процессов и разработки эффективных решений в сфере экологии. Например, ИИ может помочь оптимизировать маршруты сбора отходов или управление энергетическими системами для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

3. Биологические исследования: ИИ может быть использован для анализа генетической информации и понимания биологических процессов. Например, ИИ может помочь в идентификации новых видов, прогнозировании заболеваний или разработке новых лекарств.

4. Устранение инвазивных видов: Использование ИИ может помочь в борьбе с инвазивными видами, которые наносят вред местным экосистемам. ИИ может помочь в определении наиболее эффективных стратегий для контроля и устранения этих видов.

5. Автоматическое определение видов животных на основе фотографий или звукозаписей с использованием искусственного интеллекта представляет собой современную и инновационную технологию, которая имеет широкий спектр применений в научных и прикладных областях.

Для автоматического определения видов животных на фотографиях используются методы компьютерного зрения и глубокого обучения. Алгоритмы машинного обучения обучаются на больших объемах данных с изображениями различных видов животных, чтобы распознавать особенности их внешнего вида и классифицировать их.

Аналогично, для определения видов животных по звукозаписям применяются методы акустической обработки и обработки сигналов, а также глубокого обучения.

Алгоритмы обучаются на аудиофайлах с записями звуков различных видов животных, чтобы распознавать и классифицировать их голоса и шумы.

Эта технология может быть использована в таких областях, как мониторинг биоразнообразия, охрана животных, экологические исследования, ветеринария, исследование поведения животных и многие другие. Автоматическое определение видов животных позволяет значительно ускорить и упростить процесс их идентификации и классификации, что является важным шагом в современной науке и практике охраны окружающей среды.

6. Экологические карты (рис 2) играют важную роль в современном мире, позволяя нам отслеживать изменения в экосистемах и понимать влияние человеческой деятельности на окружающую среду. Использование искусственного интеллекта для создания и анализа таких карт может значительно улучшить наше понимание экологических проблем и помочь разрабатывать эффективные меры по их решению.

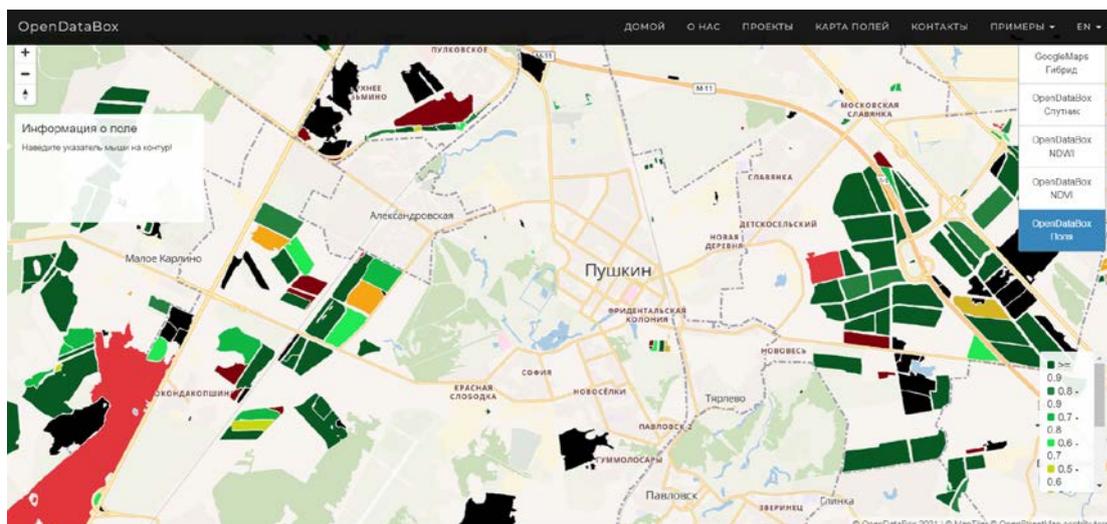


Рисунок 2 – Экологические карты

Искусственный интеллект может быть использован для обработки больших объемов данных, собранных с помощью дронов, спутников или датчиков на местности, и создания детальных карт экосистем, включающих информацию о растительности, животных, водных ресурсах и других аспектах окружающей среды. Это позволяет ученым и экологам быстро и точно определять уязвимые участки природы и принимать меры по их сохранению.

Более того, искусственный интеллект может помочь в автоматизации процесса создания экологических карт и их обновлении в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения в окружающей среде и принимать необходимые меры для ее защиты.

Таким образом, использование искусственного интеллекта для составления и анализа экологических карт представляет собой эффективный инструмент в борьбе за сохранение природы и баланса в экосистемах.

#### *Итоги и выводы*

В заключение, применение искусственного интеллекта в экологии представляет собой мощный инструмент для решения различных проблем, связанных с сохранением нашей экологии. ИИ может помочь в прогнозировании изменений климата, мониторинге загрязнений, а также в создании устойчивых планов управления природными ресурсами. Благодаря своей способности анализировать большие объемы данных и принимать решения на основе этого анализа, искусственный интеллект может значительно улучшить нашу способность приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды. Однако важно помнить, что пользоваться этими технологиями нужно ответственно, учитывая их воздействие на общество и природу. Исключительно совместными усилиями науки, индустрии и общества мы сможем достичь устойчивого развития и сохранить нашу планету для будущих поколений.

Применение искусственного интеллекта в экологии помогает эффективнее управлять ресурсами, свести к минимуму экологические риски и сохранить природную среду для будущих поколений [1-10].

### Список литературы

1. Области применения систем искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. – Текст: электронный. – URL: <https://rusjm.ru/ru/nauka/article/67023/view>
2. Труфляк, Е.В. Мониторинг и прогнозирование в области точного сельского хозяйства по итогам 2021 г.: монография / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, А.С. Креймер. – Краснодар: КубГАУ, 2022 – 210 с. – Текст : непосредственный.
3. Панова, В.А. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Российской Федерации / В.А. Панова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 1392-1394.
4. Долгов, Е.Н. Искусственный интеллект для управления летательными аппаратами / Е.Н. Долгов. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 16 (358). – С. 81-86.
5. Половинкин, В.В. Искусственный интеллект: перспективы развития и внедрения в различные сферы жизни человека / В.В. Половинкин. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 49 (496). – С. 29-31.
6. Боровская, Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова. – 4-е изд., электрон. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 130 с. – Текст : непосредственный.
7. Смирнов, Ю.А. Основы автоматизации сельскохозяйственных машин: учебное пособие для СПО / Ю.А. Смирнов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 612 с. – Текст : непосредственный.
8. Пилецкая, А.В. Искусственный интеллект и большие данные / А.В. Пилецкая. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 50 (288). – С. 20-22.
9. Алтемирова, Х.С. Искусственный интеллект и возможности его применения в разных сферах жизни / Х.С. Алтемирова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 48 (495). – С. 5-7.
10. Джоробеков, Ж.М. Экологическая безопасность: понятие и содержание / Ж.М. Джоробеков, А.Т. Туратбекова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 4 (108). – С. 546-548.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫМ АГРЕГАТОМ FJDYNAMICS

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Анотация:** в статье рассмотрена система автоматического управления машинно-тракторным агрегатом.

**Ключевые слова:** система, автоматика, управление, машинно-тракторный агрегат, антенна, сигнал, GNSS, 4G, RTK

В настоящее время на рынке сельскохозяйственной техники появляется все больше и больше предложений, направленных на трансформацию самоходных машин, позволяющих выполнять работу в режиме беспилотного управления.

Появление современных технологий, стимулирующих автоматизацию и роботизацию рабочих процессов в сельском хозяйстве, обусловлено постоянной потребностью в снижении расходов, повышении эффективности и поиске решений, существенно упрощающих жизнь фермеров и аграриев.

При этом сегмент сельскохозяйственных тракторов и машинно-тракторных агрегатов пока автоматизируется не так активно.

Производители и продавцы систем автоматического вождения утверждают о значительном снижении расходов и повышении эффективности эксплуатации машинно-тракторных агрегатов (МТА).

*Система автоматического управления (Автопилот) FJDynamics* – технически совершенная и экономически выгодная технология для сельскохозяйственных машин. При применении с широкозахватными машинно-тракторными агрегатами особенно эффективно использование этой системы. Система автоматического рулевого управления FJDynamics обеспечивает точное нахождение МТА на заданном курсе. Облегчить работу в самых сложных условиях и сократить число перекрытий или пропусков возможно благодаря функции компенсации неровностей рельефа.

На рисунке 1 представлен трактор Беларус 952.3, оборудованный автопилотом FJDynamics. Данный трактор агрегатируется с различными сельскохозяйственными орудиями и машинами, задействованными при выполнении механизированных работ на учебно-опытном поле Вологодской ГМХА в период весенне-летних полевых работ, в том числе при проведении у студентов инженерного факультета учебной эксплуатационной практики.



Рисунок 1 – Общий вид трактора Беларус 952.3 с автопилотом FJDynamics

В комплектацию автопилота FJDynamics входят:

- 1) Сенсорный экран с диагональю 10,1 дюйма;
- 2) Электрический руль (рисунок 2);
- 3) Антенна GNSS;
- 4) Антенна 4G;
- 5) Радиоантенна;
- 6) Датчик угла поворота колеса;
- 7) БИИ: датчик ориентации.

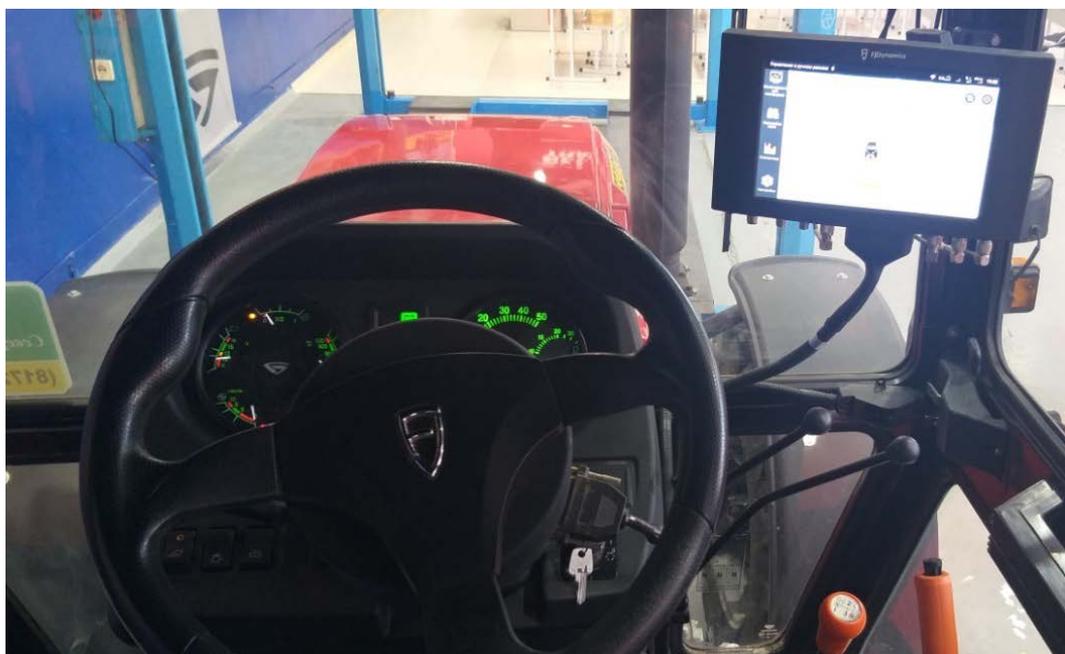


Рисунок 2 – Элементы конструкции автопилота (электрический руль и сенсорный экран)

Автопилот FJDynamics обеспечивает автоматическое рулевое управление с точностью до 2,5 см при скорости от 0,7 до 18 км/ч, не требует вмешательства в гидравлическую систему, имеется возможность быстрой установки и возможности переустановки на другой трактор.

Автопилот FJDynamics осуществляет прием поправок:

- от стационарной базовой станции (радиус действия 30...40 км);
- от мобильной базовой станции (радиус действия до 5 км);
- от сетей RTK при наличии интернета.

Основные функции системы автоматического управления FJDynamics:

- движение по прямой линии;
- движение по кривой линии;
- движение по кругу;
- движение по линии задним ходом;
- запись полей и хранение их в памяти;
- ведение истории работ;
- обозначение границы поля (уведомление о необходимости совершить разворот);
- передача траектории с одного терминала на другой. [1]

Таким образом, система автоматического управления машинно-тракторным агрегатом FJDynamics объединяет в себе технологии GNSS и RTK для обеспечения точности выполнения работ от прохода к проходу до 2,5 см независимо от формы и рельефа поля. Она совместима с широким спектром сельскохозяйственной техники и универсальных орудий. С помощью автопилота FJDynamics можно сократить количество пропусков и перекрытий, сэкономить на производственных затратах, работать ночью, сделать работу механизатора более комфортной, безопасной и продуктивной.

### Список литературы

1. Система автоматического рулевого управления. – Текст: электронный. – URL: <https://www.fjdynamics.com/ru>

**МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ  
МОТОРНОГО МАСЛА**

*Мотыль Илья Сергеевич, студент  
Ковалевич Евгений Васильевич, студент  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент  
Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** приведена методика отбора проб моторного масла, работающего ДВС непосредственно в условиях АПК, изготовлено и апробировано приспособление для ее реализации.*

***Ключевые слова:** отбор проб, моторное масло, методика, пробоотборник*

В процессе работы ДВС автотракторных двигателей происходит старение моторного масла [1, 2]. Это процесс обусловлен, во-первых, образованием сажистых частиц из-за неполного сгорания топлива, во-вторых, попаданием абразивных частиц (пыли) в результате неисправности системы воздухоочистки, в-третьих, повышенным обводнением масла из-за нарушения герметичности системы охлаждения, в-четвертых, попадания топлива в результате нарушения работы топливоподдачи. Кроме того, в результате работы ДВС при высоких температурах происходит деструкция самого масла, приводящая к образованию в нем нерастворимых твердых и гелеобразных частиц, таких как асфальтены, карбены и карбоиды и др. Таким образом, моторное масло является не только конструктивным элементом двигателя, но и источником информации о своем состоянии и о нарушении работы систем ДВС.

Контроль показателей качества моторного масла в процессе работающего ДВС, особенно в полевых условиях, требует регулярного отбора проб, для чего необходимо выбрать оборудование, приспособления и методику его осуществления.

В БГАТУ изготовлен пробоотборник (рисунок 1) и разработана методика отбора проб моторного масла из работающего ДВС [3]. Пробоотборник в разобранном виде (рисунок 1, а) состоит из металлической трубки 1, с размещенным на ней задатчиком уровня 2 забора проб моторного масла, и соединенной с ней гибкой эластичной трубкой 3, адаптера 5 с винтовой уплотнительной головкой 8, вакуумного насоса 6, прецизионно соединенного с адаптером 5, и контейнера 7 для отбора проб. Адаптер 5 с винтовой уплотнительной головкой 8 выполнены со сквозным отверстием. С противоположной стороны от винтовой уплотнительной головки 8 в

адаптере нарезана внутренняя резьба для крепления контейнера 7. Концы металлической трубки и гибкой эластичной трубки содержат съемные заглушки 4 для предотвращения попадания загрязнений.

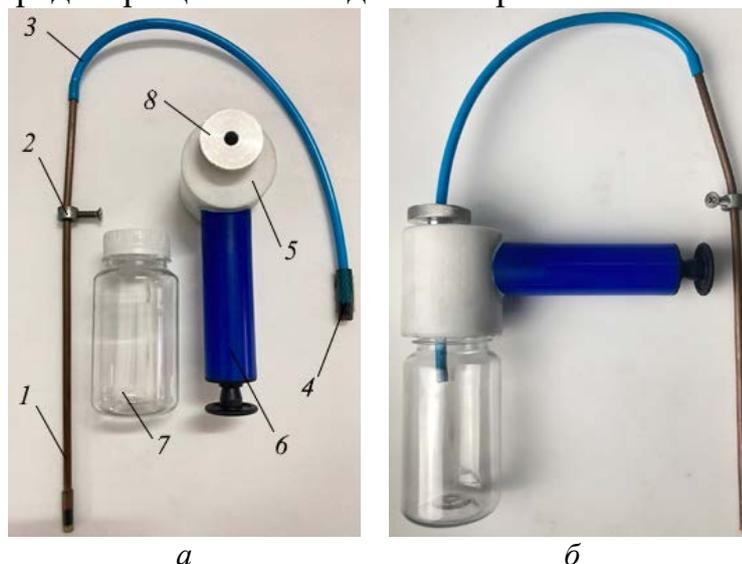


Рисунок 1 – Пробоотборник:  
*а* – в разобранном виде; *б* – в собранном виде

Для отбора проб моторного масла пробоотборник собирается следующим образом (рисунок 1, *б*). К адаптеру 5 присоединяют контейнер 7 при помощи резьбового соединения. Предварительно сняв заглушки 4 с гибкой эластичной трубки 3 и металлической трубки 1, свободный конец эластичной трубки 3 пропускают через сквозное отверстие винтовой уплотнительной головки 8 и адаптера 5 в контейнер 7. При вкручивании винтовой уплотнительной головки 8 создается герметичность системы за счет уплотнения эластичной прокладки внутри адаптера 5.

В отличие от известных устройств пробоотборник содержит металлическую трубку 1 с задатчиком уровня отбора пробы 2, которая позволяет извлекать пробы из картера двигателя на 5 см ниже верхнего уровня масла, предварительно определенного с помощью масляного щупа.

Отбор проб моторных масел осуществляют следующим образом.

Предварительно определяют уровень масла в картере с помощью масляного щупа. На металлической трубке 1 устанавливают задатчик уровня отбора пробы 2 таким образом, чтобы извлекать пробу из картера двигателя на 5 см ниже верхнего уровня масла.

Пробу отбирают из двигателя, работающего на холостом ходу, когда масло циркулирует в системе. Перед заменой масла, пробу отбирают сразу после остановки двигателя.

Забор пробы производят в контейнер с помощью вакуумного насоса (рисунок 2). Вставляют металлическую трубку в отверстие маслоизмерительного щупа (рисунок 2, *а*) и наполняют контейнер маслом (рисунок 2, *б*). Контейнер плотно закрывают крышкой и наклеивают этикетку с указа-

нием места забора пробы, дата забора, наработки двигателя и моторного масла, марки трактора и масла (рисунок 3).



а б  
Рисунок 2 – Методика отбора проб моторного масла

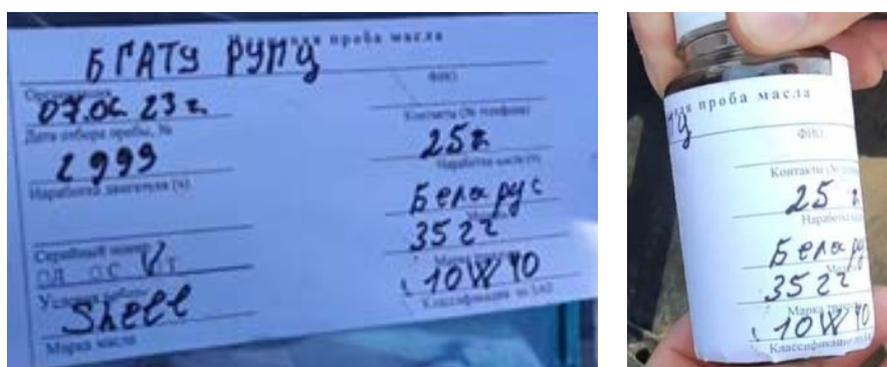


Рисунок 3 – Проба моторного масла

После взятия пробы гибкая эластичная трубка извлекается из адаптера и вместе с металлической трубкой промывается растворителем путем его пропускания через внутреннюю полость при помощи шприца (10 см<sup>3</sup>), а внешние поверхности трубок протираются салфеткой, смоченной тем же растворителем. После очистки на концы металлической трубки и гибкой эластичной трубки устанавливаются заглушки.

### Список литературы

1. Fitch, J. Oil analysis basics / J. Fitch, D. Troyer. 2 Ed. – Tulsa: Noria Corporation, 2010. – 198 p. – Text: direct.
2. Ковальский, Б.И. Методология контроля и диагностики смазочных материалов, как элементов систем приводов многокомпонентных машин: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.02.02 / Б.И. Ковальский. – Красноярск, 2005. – 417 л. – Текст: непосредственный.
3. Капцевич, В.М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса: научно-практические рекомендации / В. М. Капцевич [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2023. – 120 с. – Текст: непосредственный.

**АНАЛИЗ ФИЛЬТРОГРАММ МОТОРНОГО МАСЛА,  
ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ ПАТЧ-ТЕСТИРОВАНИЯ**

*Мотыль Илья Сергеевич, студент*  
*Ковалевич Евгений Васильевич, студент*  
*Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*Спиридович Павел Михайлович, науч. рук., аспирант*  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** *приведена методика патч-тестирования моторного масла, работающего ДВС с использованием модернизированной установки и микроскопов МПБ-2 и Discovery Artisan 32.*

**Ключевые слова:** *моторное масло, патч-тестирование фильтрограмма, микроскопы*

Экспресс-метод патч-тестирования (*Patch Test*), известный в отечественной литературе как мембранная фильтрация, получил применение для проведения исследований в химии, микробиологии, биохимии, медицине, пищевой промышленности и др. В настоящее время в зарубежной практике это метод применяется для анализа продуктов загрязнений топлив, смазочных материалов и других технических жидкостей. Однако, в странах СНГ метод патч-тестирования не получил широкого развития и применения.

Для оценки состояния топлив, смазочных материалов и технических жидкостей методом патч-тестирования разработаны различные стандарты *ISO, ASTM (American Society for Testing and Materials)*, в которых отражены методики определения следующих показателей качества исследуемых жидкостей [1–4]: общая загрязненность нерастворимыми механическими примесями; размер частиц и их количество, класс чистоты жидкости; форма и источник происхождения твердых частиц загрязнений и др.

Для проведения испытаний методом патч-тестирования в условиях АПК достаточно получить представление о количестве и размерах частиц загрязнений и изменении этих параметров в процессе эксплуатации ДВС.

Метод патч-тестирования заключается в вакуумной фильтрации разбавленного образца масла через мембранный фильтр, высушивании фильтра и последующем анализе фильтрограммы (фильтра с осажденными на нем частицами загрязнений).

Для проведения исследований нами были выбраны масла Лукойл Авангард марки 10W40 с наработкой 30, 100 и 150 ч.

Для проведения исследований использована модернизированная установка для патч-тестирования (рисунок 1), конструкция которой позволяет локализовать процесс фильтрования за счет использования концен-

трирующей прокладки с отверстием диаметром 3 мм, и, тем самым осаждают частицы загрязнений на малом участке мембраны. Применяемая установка позволяет проводить исследования в поле микроскопов МПБ-2 и портативного цифрового микроскопа *Discovery Artisan 32*.



Рисунок .1 – Модернизированная установка для патч-тестирования:  
а – внешний вид; б – концентрирующая прокладка; в – воронка

Экспресс-тестирование моторного масла осуществляли следующим образом. Пробу масла объемом 1 мл с помощью шприца заливали в колбу (50 мл), добавляли в колбу 20 мл растворителя и тщательно перемешивали раствор. Концентрирующую прокладку (рисунок 1, б) устанавливали в фильтродержателе, размещали на ней мембранный фильтр (ФМНЦ 3,0, нитрат целлюлозы, диаметр 47 мм, размер пор 3 мкм) и устанавливали воронку (рисунок 1, в). Пропускали пробу разбавленного растворителем моторного масла через мембранный фильтр с помощью вакуумного насоса. Пропускали 20 мл растворителя через мембранный фильтр. Фильтрующие мембраны с осажденными на них частицами загрязнений (фильтрограммы) (рисунок 2) сушили при температуре  $80\pm 5$  °С в течение 20 мин.



Рисунок 2 – Внешний вид фильтрограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой:  
*a* – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 100 ч; *г* – 150 ч

Дальнейшее микроскопическое исследование фильтрограмм проводили на центральном участке (круг диаметром 3 мм) мембраны, через который осуществлялся процесс фильтрования.

Полученные изображения с помощью микроскопа МПБ-2 фиксировались с помощью мобильного телефона. Полученные результаты исследований представлены на рисунке 3.

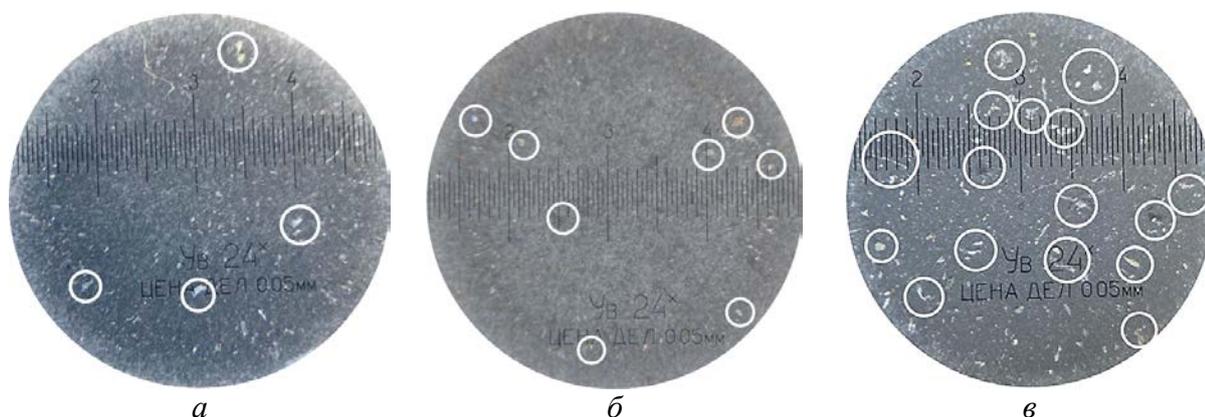


Рисунок 3 – Изображения центрального участка фильтрограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой, полученные с помощью микроскопа МПБ-2 и мобильного телефона:  
*a* – 30 ч; *б* – 100 ч; *в* – 150 ч

На рисунке 3 белыми кружками отмечены явно наблюдаемые частицы механических примесей с размерами 50 мкм и более. Частицы менее 50 мкм присутствуют во всех исследованных маслах в значительном количестве, причем с увеличением наработки ДВС количество, как мелких, так и крупных частиц увеличивается.

Фотографии фильтрограмм рассматриваемых масел, полученные с помощью портативного цифрового микроскопа *Discovery Artisan 32*

(рисунок 4) с увеличением 10–300× и возможностью фиксации изображения на экране ноутбука представлены на рисунке 5.



Рисунок 4 – Внешний вид портативного цифрового микроскопа *Discovery Artisan 32*, подключенного к ноутбуку



Рисунок 5 – Изображения центрального участка фильтрограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой, полученные с помощью микроскопа *Discovery Artisan 32*, подключенного к ноутбуку:  
*a* – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 125 ч

Результаты исследований (рисунок 5), полученные с помощью микроскопа *Discovery Artisan 32*, по существу аналогичны результатам, полученным с помощью микроскопа МПБ-2.

Наличие частиц износа в моторных маслах свидетельствует об нарушении режимов смазки в трибосопряжениях ДВС. Так, частицы износа, имеющие условный размер до 5 мкм, соответствуют гидродинамическому режиму смазки; до 15 мкм – граничному режиму; при переходном режиме смазки со следами схватывания условный размер частиц износа не более 150 мкм, при коррозионно-механическом изнашивании – до 150 мкм; при катастрофическом изнашивании – до 1000 мкм [5].

Методика проведения патч-тестирования моторного масла позволила получить более четкие фильтрограммы и проводить их анализ с применением микроскопа МПБ-2 и микроскопа *Discovery Artisan 32*, что дает возможность оценить размеры и количество частиц загрязнений в моторном масле.

### Список литературы

1. Standard Test Method for Particulate Contamination in Aviation Fuels by Laboratory Filtration: ASTM D5452-12. – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 2012. – 11 p. – Text: direct.
2. Standard Test Method for Particulate Contaminant in Aviation Fuel by Line Sampling: ASTM D 2276-05. – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C 700, West Conshohocken, PA19428-2959, United States, 2005. – 10 p. – Text: direct.
3. Standard Test Methods for Microscopical Sizing and Counting Particles from Aerospace Fluids on Membrane Filters: ASTM F312-97 (Reapproved 2003). – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA19428-2959, United States, 2003. – 4 p. – Text: direct.
4. Standard Guide for Microscopic Characterization of Particles from In-Service Lubricants: ASTM D7684-11 (Reapproved 2016). – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States, 2016. – 10 p. – Text: direct.
5. Доценко, А.И. Основы триботехники / А. И. Доценко, И. А. Буяновский. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 335 с. – Текст: непосредственный.

УДК 631.3

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Мухина Ксения Александровна, студент-бакалавр  
Гостев Владимир Викторович, науч. рук., ассистент  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

*Аннотация: в последние годы наблюдается стремительное развитие технологий, которые находят своё применение в самых разных сферах*

*человеческой деятельности. Сельское хозяйство, традиционно считающееся консервативной отраслью, также претерпевает изменения благодаря внедрению новых технологических решений. Одним из таких нововведений является использование дронов - беспилотных летательных аппаратов, способных выполнять широкий спектр задач от мониторинга посевных площадей до точного внесения удобрений и пестицидов. Настоящее исследование посвящено анализу текущего состояния и перспектив использования дронов в аграрной отрасли.*

**Ключевые слова:** *дроны в сельском хозяйстве, мониторинг посевных площадей, инновации в аграрной отрасли, прецизионное внесение удобрений, беспилотные летательные аппараты*

В последние годы сельское хозяйство переживает настоящую технологическую революцию, благодаря внедрению инноваций, которые значительно изменяют традиционные методы ведения агробизнеса. Одной из самых обсуждаемых тем в этом контексте является использование дронов, или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые открывают новые возможности для повышения эффективности и продуктивности аграрного сектора. Данный обзор посвящен анализу текущего состояния использования дронов в сельском хозяйстве, их потенциала, перспектив развития и проблем, с которыми сталкиваются фермеры и агрокомпании при попытке интегрировать эти технологии в свои производственные процессы.

*Обзор современных технологий применения дронов в аграрном секторе.*

В современном сельском хозяйстве дроны играют важную роль, обеспечивая фермеров данными для оптимизации управленческих решений, повышения урожайности и рентабельности. Беспилотники используются для сбора данных о состоянии урожая, скота, качестве почвы, уровне питательных веществ, а также погодных условиях. Эти данные могут быть использованы для создания подробных карт и принятия решений, основанных на проверенной информации. Применение дронов в сельском хозяйстве обеспечивает возможность для оптимизации бизнес-процессов и соответствия изменчивым требованиям растущего рынка.

Основные способы использования сельскохозяйственных дронов включают анализ грунта и поля, посадку семян, и опрыскивание посевов. Технологии позволяют определять состав и качество грунта, эффективно распределять удобрения и пестициды, а также сокращать время посадки и затраты на оплату труда. Например, точное опрыскивание с помощью беспилотников помогает решать задачи, связанные с вредителями и заболеваниями растений, минимизируя при этом затраты и воздействие на окружающую среду.

Внедрение новых технологий в сельское хозяйство ведет к снижению расходов на полив, удобрения, пестициды и другие агрохимические сред-

ства, уменьшая при этом негативное воздействие на окружающую среду и повышая урожайность. Технологии точного земледелия, также известные как сельское хозяйство 3.0, стали возможны благодаря цифровизации и автоматизации процессов, что позволяет более эффективно управлять ресурсами и оптимизировать производственные процессы на фермах.

Эти инновации предлагают решения для уменьшения потерь урожая из-за вредителей, стихийных бедствий и неблагоприятных погодных условий, а также способствуют повышению доходов фермерских хозяйств за счет улучшения качества сельскохозяйственной продукции [1].

*Анализ эффективности использования дронов для мониторинга посевных площадей.*

Исследование, проведенное специалистами кафедры тракторов и автомобилей Уральского государственного аграрного университета в 2014 году, демонстрирует преимущества использования дронов для мониторинга сельскохозяйственных угодий по сравнению с традиционными методами. Применение беспилотников, особенно мультироторного типа, как квадрокоптера «Серафим», показало высокую эффективность в аграрной аэрофотосъемке за счет их маневренности и оперативности в получении данных. Эти дроны позволяют сократить использование химических средств за счет точечных обработок, основанных на точных данных, что способствует улучшению экологической устойчивости и уменьшению окружающего воздействия.

Важным аспектом эффективности является также выбор дронов с оптимальными техническими характеристиками, включая достаточную дальность и время полета, высокое разрешение камеры, широкую ширину обзора, способность работать в различных метеоусловиях и наличие системы геопозиционирования. Такие параметры обеспечивают получение точных и полезных данных о состоянии и качестве угодий.

Применение специализированного программного обеспечения для обработки данных, полученных от дронов, позволяет проводить детальный анализ земельного покрова, определять состояние почвы, наличие заболеваний растений и многое другое. Это дает агрономам возможность принимать обоснованные решения и оптимизировать процессы ухода за угодьями.

Сравнение результатов мониторинга с использованием дронов и традиционных методов подтверждает существенное повышение производительности труда и экономию ресурсов. Традиционные методы часто требуют значительных временных и трудовых затрат, в то время как использование дронов делает процесс мониторинга быстрым, точным и менее затратным. Особенно это касается крупных агрохолдингов, где экономическая целесообразность использования дронов самолетного типа ограничена, в отличие от мультироторных моделей, которые демонстрируют высокую степень маневренности и оперативность.

Таким образом, использование дронов в сельском хозяйстве для мониторинга посевных площадей является высокоэффективным решением, способствующим оптимизации производственных процессов, экономии ресурсов и повышению урожайности [2].

*Технологические инновации в управлении дронами для агрохимических работ.*

Технологические инновации в управлении дронами для агрохимических работ включают разработку и внедрение усовершенствованных методов распределения удобрений и пестицидов с использованием дронов. Эти инновации направлены на повышение эффективности и экономии ресурсов в аграрном секторе, а также на улучшение безопасности и экологической устойчивости агрохимических работ.

Дроны в сельском хозяйстве становятся неотъемлемым инструментом благодаря их способности к высокоточному распределению агрохимикатов. Это позволяет минимизировать потребление удобрений и пестицидов, точно нацеливаясь на обрабатываемые участки и сокращая побочное воздействие на окружающую среду. Важным аспектом является использование дронов с подходящими техническими характеристиками, такими как достаточная вантажоподъемность для перевозки и распределения химикатов, что делает их особенно полезными для больших аграрных хозяйств.

С точки зрения безопасности и экологической устойчивости, преимущество использования дронов заключается в снижении риска для здоровья человека и уменьшении воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционными методами распыления с земли или с воздуха, которые могут привести к распространению химикатов на значительные расстояния от целевой области. Инновации в области дронов и программного обеспечения для них позволяют осуществлять точное наведение и контроль распределения агрохимикатов, оптимизируя их использование и минимизируя отходы.

Применение дронов для агрохимических работ также включает разработку специализированного программного обеспечения, которое обрабатывает данные с датчиков на дронах, позволяя проводить анализ состояния посевов и эффективно планировать агрохимические операции. Это включает в себя идентификацию участков с недостатком питательных веществ или заболеваниями растений, что дает возможность осуществлять локализованное и целенаправленное внесение удобрений и пестицидов.

Эти технологические инновации способствуют не только повышению эффективности и продуктивности сельскохозяйственных операций, но и способствуют устойчивому развитию аграрного сектора, уменьшая отрицательное воздействие на экосистему и здоровье человека [3].

*Перспективы развития и проблемы внедрения дронов в сельском хозяйстве.*

Перспективы развития и проблемы внедрения дронов в сельское хозяйство охватывают как технологические, так и экономические аспекты. На рынке присутствуют три основных сегмента беспилотных технологий: потребительские, профессиональные и корпоративные. Прирост рынка ожидается за счет профессионального и корпоративного сегментов, так как потребительский сегмент уже насыщен. Среди фермеров особенно популярны мультироторные дроны. Также отмечается постоянное развитие и улучшение точности обмеров полей с помощью инновационных решений, например, дронов Phantom 4 RTK, что позволяет выполнять землемерные работы с высокой точностью.

Дроны в агропромышленном комплексе сегодня позволяют проводить точный мониторинг урожайности и оценивать состояние сельскохозяйственных культур. Они могут летать на меньших высотах по сравнению со спутниками, обладают широким спектром устройств для получения качественных изображений и позволяют чаще обследовать поля, что дает возможность наблюдать процессы в динамике. Существуют различные типы дронов, в том числе мультироторные, самолетного типа и гибридные, каждый из которых имеет свои преимущества в зависимости от задач и условий их использования. Разнообразие платформ и датчиков дронов позволяет выполнять широкий спектр задач, от мониторинга состояния агро систем до классификации лесов и сельхозучастков.

Таким образом, перспективы использования дронов в сельском хозяйстве светлы благодаря их способности улучшать мониторинг и управление агропроизводством. Однако, существуют определенные проблемы и ограничения, такие как насыщение рынка потребительских технологий и необходимость в дальнейшем развитии программного обеспечения для обработки данных. Направления инноваций включают развитие искусственного интеллекта, доступных RTK решений и солнечных дронов, что подчеркивает важность непрерывного исследования и разработки в этой области [4].

### Список литературы

1. Развитие умного сельского хозяйства посредством применения технологий «Сельское хозяйство 4.0» / Дж. Мохд [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный журнал интеллектуальных сетей, 3. – 150-164.
2. Рэндл, У. Малые беспилотные летательные аппараты. У. Рэндл, Т. Биард. – Текст : непосредственный // Теория и практика. – Москва: Радар ММС, 2014. – 184 с.
3. Как цифровые приложения и сервисы повышают занятость в сельской местности. – Текст: электронный. – URL: <https://www.fao.org/faostories/article/ru/c/1149703/>
4. Перспективы дронов в сельском хозяйстве. – Текст: электронный. – URL: <https://optiplane.ru/sibagro2023>

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ  
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ БПЛА**

*Николаев Даниил Владимирович, студент-бакалавр*

*Шабанов Михаил Сергеевич, студент-бакалавр*

*Кокоша Данил Русланович, студент-бакалавр*

*Вязников Никита Александрович, студент-бакалавр*

*Рапаков Георгий Германович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

*Цыганов Андрей Николаевич, студент-магистрант*

*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** публикация посвящена вопросам сравнительного анализа программного обеспечения (ПО) для цифровой обработки изображений (ЦОИ), полученных с бортовой камеры беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в задачах фотограмметрии. Рассматривается опыт использования ПО OpenDroneMap (WebODM) при выполнении аэросъемки с помощью квадрокоптера в ходе цифровизации сельского хозяйства.*

***Ключевые слова:** квадрокоптер, БПЛА, обработка изображений, фотограмметрия, OpenDroneMap, агроинженерия*

Проектный подход в области цифровой трансформации сельского хозяйства предполагает внедрение инновационных комплексов научно-технического цикла сквозных цифровых систем. Цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) основана на современных робототехнических технологиях. Значимое место в точном земледелии принадлежит БПЛА, которые активно применяются для мониторинга земель, обмера полей и картографирования местности. Послеполетная обработка результатов полевого мониторинга при помощи методов фотограмметрии позволяет оценить состояние сельхозугодий и выполнить прогноз урожайности.

Актуальность работы обусловлена необходимостью сравнительного анализа фотограмметрического программного обеспечения. Цель проекта состоит в исследовании возможностей цифровой обработки данных дистанционного зондирования. Практическая значимость разработки связана с использованием результатов ЦОИ аэрофотосъемки в ходе цифровизации АПК. Научная новизна работы обусловлена изучением подходов компьютерного зрения (КЗ) для беспилотных летательных аппаратов в задачах умного земледелия при реализации целей устойчивого развития [1, 2, 3].

Результаты сравнительной характеристики сравнительного анализа программного обеспечения для цифровой обработки изображений – Agisoft MetaShape и OpenDroneMap представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик Agisoft Metashape и WebODM

Критерий	Agisoft Metashape	WebODM
Функциональные возможности	Широкий перечень различных инструментов для работы	Базовый набор не столь обширный, но может дополняться благодаря модулям с GitHub
Работа с дронами	Для использования доступны мультиспектральные камеры. Маршрут полета дрона может быть настроен	Для использования доступны мультиспектральные камеры. Существуют сторонние средства для настройки маршрута полета дрона.
Перекрытие	Перекрытие можно настроить. Рекомендованное для аэро-съемки: 80% для продольного и 60% для поперечного перекрытия	Перекрытие для 2D до 65%
Поддерживаемые форматы изображений	jpeg, tiff, bmp, png, exr, tga, dng	jpeg и tiff
Работа с видео	Есть возможность импортировать видео с разбивкой на отдельные кадры	Есть возможность импортировать видео с разбивкой на отдельные кадры
Поддержка Python	Есть встроенный функционал, позволяющий программировать на Python (как из вне, так и внутри приложения).	Существует возможность расширения функционала посредством написания кода на Python

WebODM предоставляет более удобный интерфейс, обладает открытым исходным кодом, обеспечивает полное взаимодействия с Python и является менее требовательной к характеристикам компьютера при сравнимом с Agisoft Metashape качеством обработки изображений. Результатом исследования является разработка рекомендаций по выполнению фотограмметрической обработки результатов аэрофотосъемки с борта БПЛА. Представлены итоги использования методов КЗ в задаче анализа снимков опытно-экспериментального поля Вологодской ГМХА с оценкой вегетационных индексов (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Ортофотоплан

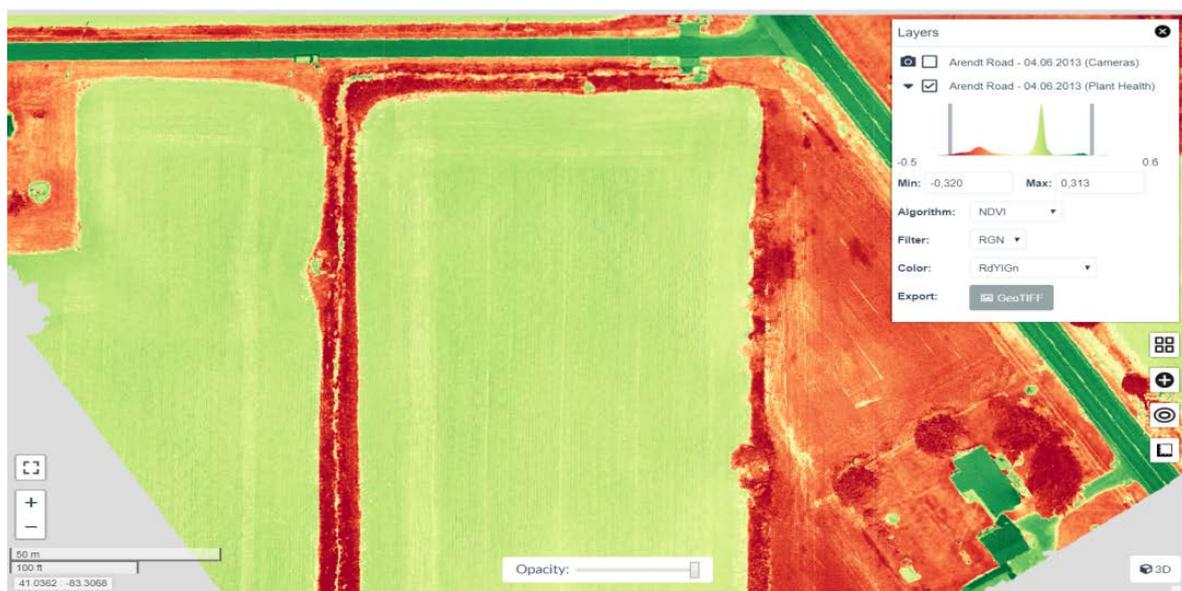


Рисунок 2 – Ортофотоплан Алгоритм NDVI

### Список литературы

1. Катермин, В.С. Фотограмметрия: 3D-модель из фотографий / В.С. Катермин. – Текст : непосредственный // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 12-11(80). – С. 89-94.
2. Toffanin, P. OpenDroneMap: The Missing Guide A Practical Guide To Drone Mapping Using Free and Open Source Software / P. Toffanin. – Text : direct // First edition. – MasseranoLabs LLC, 2019 – 281 p.
3. Примеры наборов данных для OpenDroneMap. – Текст: электронный. – URL: <https://github.com/OpenDroneMap/ODMdata>

## ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА НА ФЕРМАХ

*Онегин Алексей Владимирович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены технологические операции по первичной обработке молока на фермах, которые используются для сохранения его естественных свойств, качеств, связанных с санитарией, и конечно же с обеспечением стойкости молока при перевозке и хранении.*

***Ключевые слова:** обработка, хранение, молоко, очистка, животноводство*

Первичная обработка молока относится к довольно таки сложному процессу, который включает несколько основных операций, каждая из которых имеет цель обеспечить высокое качество продукта, его безопасность. Этот процесс является фундаментом всей молочной промышленности, а потому требует тщательного понимания и строгого контроля.

Молоко еще при его получении на ферме должно иметь максимальную бактериальную чистоту. Так как перед доением проводится обработка вымени дезинфицирующими средствами, то уже это приводит к снижению количества бактерий в молоке примерно в 30 раз. Мойка и дезинфекция инвентаря и оборудования также снижают количество бактерий в 9–10 тысяч раз.

Первичная обработка молока относится к, довольно таки сложному процессу, который включает несколько основных операций, каждая из которых имеет цель обеспечить высокое качество продукта, его безопасность. Молочная промышленность требует качества продукции на каждом этапе ее производства [2, 8, 9].

Первичная обработка молока предполагает несколько следующих последовательно друг за другом технологических операций, которые используются для сохранения его естественных свойств, качеств, связанных с санитарией, и конечно же с обеспечением стойкости молока при перевозке и хранении.

К таким технологическим операциям относятся: очистка от механических примесей; охлаждение молока; пастеризация молока; хранение и транспортировка.

Все что связано с первичной обработкой молока, будет оказывать существенное влияние на содержание в молоке белков, жиров и витаминов.

И так начнем с очистки молока. Очистка молока обязательна на каждом предприятии. Ее выполняют для того, чтобы устранить различные ме-

ханические примеси и бактерии. Ведь в неочищенном продукте быстро развиваются и размножаются микробы. Это может привести к ухудшению качества продукции (молока) или ее порче. И как следствие к угрозе здоровья человека, который будет употреблять этот молочный продукт.

В процессе доения на ферме в молоко могут попасть частицы, например, корма, подстилки, навоза, шерсти [7, 10]. Поэтому полученное молоко необходимо сразу же очистить. Степень загрязненности молока зависит от санитарно-гигиенических условий его получения.

Очистить молоко можно различными способами. Для этого применяются: фильтрация, сепараторы и цеделки. Принципы работы этих устройств достаточно просты.

В процессе фильтрации происходит отделение одного вида вещества от другого.

Первичная очистка молока от примесей может происходить при прохождении его в молокопроводе, где установлены соответствующие фильтры с очистителями, которые улавливают крупные частицы, например, от корма животных, шерсти и т.д. Молоко, поступающее по молокопроводу, проходит через фильтровальный мешок, где очищается от механических примесей, после чего попадает на вакуумный охладитель и поступает в танк для хранения [1, 3, 4].

При ручной дойке в небольших хозяйствах, очистка происходит путем процеживания молока через фильтры. При процеживании молоко освобождается лишь от видимых механических примесей. На поверхности же их всегда находятся и невидимые бактерии, и, если на фильтре цеделки скопится осадок, вся масса бактерий будет смыта последующими порциями молока. Учитывая это, через ватный фильтр процеживают обычно молоко одного удоя. В настоящее время для очистки молока применяют синтетическую ткань из полиэтилена, например, лавсан. Эти ткани безвредны, обладают высокой прочностью и устойчивостью, их легко мыть и стерилизовать.

Самая эффективная очистка и фильтрация молока происходит в сепараторах-очистителях, после которых молоко может сразу направляться в танки для охлаждения молока. Их применение обеспечивает не только механическую очистку, но и удаление из молока всех мельчайших частиц загрязнений биологического происхождения.

Очистка молока требуется не только механическая, но и бактериальная, иначе продукт может скисать.

Для предотвращения бактериального загрязнения сырья необходимо не только соблюдать санитарные и ветеринарные правила получения молока, но и подвергать его первичной обработке. На молочных фермах и на животноводческих комплексах применяют различные установки для первичной обработки молока: фильтры для очистки, охладители, емкости для хранения. Часто емкости для сбора и хранения молока одновременно при-

способлены и для его охлаждения. Для равномерного охлаждения молока используется мешалка с электрическим приводом.

На фермах с молокопроводами, охлаждение может происходить прямо в нем, но установка такого оборудования обходится очень дорого. Наиболее экономичный вариант – охлаждение проточной водой при температуре 8-10<sup>0</sup>.

Свежее выдоенное молоко в течение нескольких часов обладает бактерицидными свойствами. В этот период в молоке содержатся вещества, которые задерживают размножение бактерий. Основная задача получения качественного молока – это продлить бактерицидные свойства в течение более продолжительного периода времени. Когда молоко лишается этих свойств, в нем быстро развиваются микроорганизмы, жизнедеятельность которых приводит к скисанию и порче продукта. Установлено, что эти вещества сохраняются в активном состоянии в пределах 2 ч после выдаивания и охлаждения молока. Поэтому, охлаждать молоко нужно сразу же после выдаивания, если молоко сразу не поступает на переработку [6].

Молоко коровье должно быть получено от здоровых животных, отфильтровано и охлаждено в хозяйстве не позднее чем через 2 ч после дойки до температуры не ниже 6<sup>0</sup>С. При приемке-сдаче на предприятиях молочной промышленности оно должно иметь температуру не выше 10<sup>0</sup>С.

Охлаждение молока является одним из основных факторов, способствующих подавлению развития нежелательной, патогенной (болезнетворной) микрофлоры и сохранению качественных показателей молока. Чем быстрее охладится молоко и чем ниже температура охлаждения, тем дольше его можно хранить без изменения первоначальных свойств.

Размножение большинства микроорганизмов, встречающихся в молоке, резко замедляется при охлаждении его ниже 10<sup>0</sup>С и почти полностью прекращаются при температуре около 2–4<sup>0</sup>С. При хранении молока не более суток его охлаждают до 5–6<sup>0</sup>С и хранят при этой температуре.

Наиболее простым методом охлаждения является погружение фляг с молоком в проточную воду или воду со льдом (что снижает ее температуру на 2–3<sup>0</sup>С) в специально сооруженном бассейне. Для ускорения этого процесса молоко во флягах периодически перемешивают. Это самый дешевый, но наиболее длительный и несовершенный способ охлаждения молока. Наиболее совершенное охлаждение молока достигается в специальных аппаратах-охладителях. При охлаждении молока на таких установках для его хранения необходимо иметь специальные танки (горизонтальные или вертикальные) или другие резервуары, пригодные для хранения молока (с двойными стенками, между которыми проложен изоляционный слой).

Для того, чтобы убить микробы применяется пастеризация молока. Пастеризацией принято называть нагревание молока до температуры 63<sup>0</sup> и до более высокой, но она должна быть несколько ниже температуры кипения.

ния. Нагревание молока выше, чем температура кипения называется стерилизацией. При пастеризации большинство микробов гибнет (до 99%) [5].

Молоко пастеризуют также при производстве всех молочных продуктов, чтобы предохранить их в последующем от нежелательных процессов, которые вызываются жизнедеятельностью бактерий и особенно кишечной палочки, масляно-кислых бактерий.

Транспортировка молока с ферм должна осуществляться в специальных емкостях, которые должны быть чистыми и иметь системы охлаждения. Это так называемые молоковозы. Перевозка молока должна производиться при температуре от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$ . И конечно же нельзя допускать превышение температуры во время перевозки молока. Молоковозы должны регулярно дезинфицироваться и проходить профилактику, чтобы не происходило загрязнения молока бактериями и другими микроорганизмами.

### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 184502 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Устройство для доения: № 2018117068: заявл. 07.05.2018: опубл. 29.10.2018 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, И.А. Коряковский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
2. Ивановская, В.Ю. Экономическая оценка сельскохозяйственных предприятий Вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина, 2013. – С. 169-173.
3. Кузнецова, Н.И. Производственные исследования технологического процесса доения коров на ПДЦ / Н.И. Кузнецова, В.Н. Туваев, А.В. Туваев. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 27 мая 2003 года. Выпуск 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003. – С. 74-79.
4. Кузнецова, Н.И. Влияние пропускной способности доильной установки с параллельно-проходными станками на эффективность эксплуатации пастбищных доильных центров / Н.И. Кузнецова, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов, посвященных 100-летию со дня рождения ректора ВМИ проф. В.В. Сливко "Эффективные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004. – С.109-112.

5. Патент на полезную модель № 187616 U1 Российская Федерация, МПК А01J 9/04, А23С 3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки: № 2018127941: заявл. 30.07.2018: опубл. 13.03.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, Н.Т. Бежанян; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
6. Патент № 2706090 С1 Российская Федерация, МПК А23С 3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке: № 2018131860: заявл. 04.09.2018: опубл. 13.11.2019 / Н.Т. Бежанян, С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
7. Патент на полезную модель № 169142 U1 Российская Федерация, МПК А01К 1/01. Устройство для механизации удаления навоза: № 2016103458: заявл. 02.02.2016: опубл. 06.03.2017 / П.З. Нозадзе, И.С. Чежин, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
8. Ивановская, В.Ю. Современное состояние отрасли животноводства Вологодской области / В.Ю. Ивановская. – Текст: непосредственный // Оригинальные исследования. – 2020. – Т. 10. – № 11. – С. 183-186.
9. Туваев, В.Н. Сетевое моделирование организационно-технологических решений в молочном животноводстве / В.Н. Туваев, А.В. Туваев, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение - сельскохозяйственному производству: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции, посвященной 99-летию академии, 10-20 апреля 2010 года. Том 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – С. 123-129.
10. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 3.

## МАШИННОЕ ДОЕНИЕ КОРОВ НА ФЕРМАХ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ

*Онегин Алексей Владимирович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены технологические операции доения при разных способах содержания животных и оборудование для их осуществления на фермах крупного рогатого скота, принципы работы доильных установок, их пропускная способность и положительные стороны.*

***Ключевые слова:** оборудование для доения, молоко, содержание животных, животноводство*

Какое применять оборудование для доения коров на фермах крупного рогатого скота напрямую зависит от способа содержания животных.

Принцип действия всех доильных аппаратов основан на прерывистом всасывании молока из вымени животного под действием переменного вакуума.

На сегодняшний день в современной практике применяют две технологии производства молока: первая с привязным содержанием животных, и вторая с беспривязным содержанием животных.

При первом способе содержания на привязи, доение проходит в столах и сбор молока происходит в доильное ведро или молокопровод.

При беспривязном содержании животных на фермах, для их доения используют отдельные помещения, в которых установлены стационарные доильные установки. Эти помещения называются доильными залами.

Какой бы не использовался доильный аппарат для доения коров, он состоит из четырех доильных стаканов и резиновых шлангов молочных и воздушных. Доильная установка имеет основные узлы: вакуумный насос с двигателем, вакуумный трубопровод, и приборы, которые регулируют режим работы, ну и конечно же сам доильный аппарат.

Многие аппараты имеют двухкамерные стаканы с металлическим цилиндром, в который вставлена сосковая резина с трубкой для молока с металлическим кольцом. В тот период, когда доильный стакан находится на соске вымени, внутри сосковой резины, там, где кончик соска, под ним образуется подсосковое пространство. Работа доильных аппаратов состоит из двух или трех тактов: сосания, сжатия, отдыха. Это рабочий цикл доения [1-5].

На фермах, где животные находятся беспривязи, используются доильные установки, которые являются стационарными комплексными си-

стемами для доения, сбора и первичной обработки молока, например, «Тандем», «Елочка», «Карусель», «Параллель».

Для сравнения, например, при доении в стойлах переносными аппаратами с доением в ведра, оператор за один час может выдаивать от 16 до 18 коров, в молокопровод 20-25 коров, а на установках «Тандем» от 27 до 30 и на «Елочке» 40-60 коров. Можем сделать вывод, что доение на доильных установках дает возможность получения более чистого молока, повышения производительности труда и автоматически учитывать продуктивность животных [6-8].

Современные доильные установки имеют высокую пропускную способность, например, отечественная доильная установка «Карусель» рис. 1, которая представляет собой вращающуюся площадку для доения, работающую в режиме конвейера, имеет пропускную способность до 800 коров в час [9].



Рисунок 1 – Доильный зал «Карусель»

Но при использовании этой установки необходимо при группировании стада учитывать обязательно продуктивность коров, строение вымени и молокоотдачу. Коровы доятся все вместе, и если одна из них доится дольше других, то она задерживает всю группу.

Доильные установки выполняют следующие операции: перед дойкой полоскание молочного оборудования; обмыв вымени; основной процесс доения и механическое додаивание; по окончании дойки снятие доильных стаканов с вымени коровы; движение молока по молокопроводу; фильтрование, охлаждение и подача в емкость для хранения молока; промывка моющим раствором и дезинфекция молочного оборудования.

Современный уровень развития позволяет выполнять в автоматизированном режиме практически все операции в доильных залах, в частности, на автоматизированных системах доения с использованием доильных

роботов. Доильные роботы без присутствия оператора в автоматическом режиме выполняют все операции по обслуживанию животных на доильных установках и подготовительные и заключительные.

При использовании современных систем применяется так называемая «добровольная система доения». То есть корова по своему собственному желанию заходит на доильную установку. Автоматизированная система считывает информацию с датчика, который расположен на ошейнике или на ухе животного. По этой информации можно узнать такие важные показатели как удои, рацион кормления, период лактации [10].

Итак, доение на доильных установках дает возможность получения более чистого молока, повышения производительности труда и автоматически учитывать не только продуктивность животных, но и другие важные показатели.

### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 184502 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Устройство для доения: № 2018117068: заявл. 07.05.2018: опубл. 29.10.2018 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, И.А. Коряковский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
2. Кузнецова, Н.И. Производственные исследования технологического процесса доения коров на ПДЦ / Н.И. Кузнецова, В.Н. Туваев, А.В. Туваев. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина / Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина. Выпуск 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003. – С. 74-79.
3. Патент на полезную модель № 169142 U1 Российская Федерация, МПК А01К 1/01. Устройство для механизации удаления навоза: № 2016103458: заявл. 02.02.2016: опубл. 06.03.2017 / П.З. Нозадзе, И.С. Чежин, Н.И. Кузнецова [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
4. Кузнецова, Н. И. Влияние пропускной способности доильной установки с параллельно-проходными станками на эффективность эксплуатации пастбищных доильных центров / Н.И. Кузнецова, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // сборник научных трудов, посвященных 100-летию со дня рождения ректора ВМИ проф. В.В. Сливко "Эффективные технологии

в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004. – С.109-112.

5. Патент на полезную модель № 187616 U1 Российская Федерация, МПК А01J 9/04, А23С 3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки: № 2018127941: заявл. 30.07.2018: опубл. 13.03.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, Н.Т. Бежанян; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

6. Патент № 2706090 С1 Российская Федерация, МПК А23С 3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке: № 2018131860: заявл. 04.09.2018: опубл. 13.11.2019 / Н.Т. Бежанян, С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

7. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

8. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

9. Доильные залы «Карусель». – Текст электронный. – URL: [https://agrosis.ru/obzory\\_tovarov/doilnye\\_zaly\\_karusel\\_obzor\\_preimushestva\\_i\\_nedostatki](https://agrosis.ru/obzory_tovarov/doilnye_zaly_karusel_obzor_preimushestva_i_nedostatki).

10. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ФЕРМАХ**

*Онегин Алексей Владимирович, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены две различные системы содержания животных, их положительные и отрицательные стороны, факторы, которые оказывают влияние на выбор той или иной системы содержания.*

***Ключевые слова:** система, привязное содержание, беспривязное содержание, животноводство, ферма*

В России в хозяйствах на животноводческих фермах распространены как привязная, так и беспривязная система содержания. И конечно, сложно, ответить на такой вопрос, какая же из двух систем содержания лучше, и какую следует использовать в хозяйствах. Но все-таки можно говорить о плюсах и минусах в каждой из систем.

При беспривязном содержании, например в боксах, без боксов, на пастбищах, животные свободно перемещаются по территории фермы, а также и выгульным территориям. Считается, что такой тип содержания наиболее хорош для животных.

Положительным при этой системе содержания считается следующее: свободное перемещение животных; животным предоставлено самим выбирать, куда пойти, где отдохнуть, что делать; можно увидеть у животного проявления половой охоты.

Отрицательные стороны беспривязного содержания: может появиться не доброжелательное отношение животных друг к другу; потребуются дополнительные затраты на организацию раздельного содержания животных, связанные с разными физиологическими группами животных; меньше интенсивность пользования полезной площадью.

Привязное содержание предусматривает стойла рядом с кормовым столом или кормушками. Каждое животное зафиксировано в стойле привязью. Привязное содержание делится на три вида: круглый год содержатся животные на привязи; часть времени животные находятся на привязи и также ходят на выгул; еще может использоваться сезонный пастбищный выпас.

Фермеры часто принимают решение содержать дойных коров на привязи. Это, прежде всего, обосновано экономическими соображениями: недостаток свободной площади, высокая стоимость оборудования для фермы, технологичность.

Положительные стороны привязного содержания: есть возможность индивидуально работать с каждым животным; не будет происходить конфликтов между животными; и, конечно же, высокая плотность животных на ферме.

Отрицательные стороны привязного содержания: появляется наибольшая вероятность, что могут быть заболевания конечностей у животных, так как ограничивается передвижение животных, их подвижность; нет свободного выбора в поведении животного; большие трудовые затраты, особенно, если используется комбинированная система содержания. Становятся больше затраты на индивидуальное поение (требуется индивидуальная поилка каждому животному).

Выбор системы содержания животных зависит от многих факторов, а также и от условий самого хозяйства.

1. От того какой имеется в хозяйстве тип построек. Это будет связано с хозяйственно-экономическими условиями, то есть рассматриваются уже имеющиеся в хозяйстве помещения или планируется строительство новых помещений. Иногда приспособить имеющиеся помещения бывает довольно таки сложно.

2. Наличие количества животных. Если хозяйство имеет небольшое поголовье, то можно рассматривать варианты содержания животных, как на привязи, так и беспривязное содержание. При большом количестве животных желательно иметь электронную систему, которая будет управлять стадом, и отслеживать все сигналы коров. В этом случае лучше применять беспривязное содержание.

3. Однородность стада коров. Это для того, чтобы исключить конфликты и конкуренцию животных. Животные должны быть примерно одного веса и без рогов. Однородное стадо подходит для беспривязного содержания животных.

Итак, мы рассмотрели положительные и отрицательные стороны двух основных систем содержания животных, а также факторы, которые могут оказать влияние на выбор системы содержания в хозяйствах. Выбор системы содержания коров конечно же зависит от целей и возможностей хозяйства.

При любом содержании можно добиться хороших результатов, главное наладить правильно системы кормления, доения, поения, уборки навоза. Для этого модернизируются и патентуются различные устройства для раздачи корма животным [1-5], устройства для доения и первичной обработки молока фермах [6-8], уборки навоза при разных способах содержания [9], например, все эти устройства запатентованы в Вологодской ГМХА.

### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 161752 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2016100604/13: заявл. 11.01.2016: опубл. 10.05.2016 / И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, А. И. Паутов; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
2. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015: опубл. 20.12.2015 / И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, А. И. Паутов [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
3. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, М. Е. Шестаков; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
4. Патент на полезную модель № 176216 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2017120575: заявл. 13.06.2017: опубл. 12.01.2018 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
5. Патент на полезную модель № 122242 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2012128148/13: заявл. 03.07.2012: опубл. 27.11.2012 / И. Н. Кружкова, В. А. Сухляев, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
6. Патент на полезную модель № 184502 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Устройство для доения: № 2018117068: заявл. 07.05.2018: опубл. 29.10.2018 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, И. А. Коряковский; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.
7. Кузнецова, Н. И. Производственные исследования технологического процесса доения коров на ПДЦ / Н. И. Кузнецова, В. Н. Туваев, А. В. Туваев. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина/ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина. Том Выпуск 2. – Вологда, Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003. – С. 74-79.
8. Патент на полезную модель № 187616 U1 Российская Федерация, МПК А01J 9/04, А23С 3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки: № 2018127941: заявл. 30.07.2018: опубл. 13.03.2019 / С. В. Гайдидей, И. В. Зефилов, Н. И. Кузнецова, Н. Т. Бе-

жания; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

9. Патент на полезную модель № 169142 U1 Российская Федерация, МПК А01К 1/01. Устройство для механизации удаления навоза: № 2016103458: заявл. 02.02.2016: опубл. 06.03.2017 / П. З. Нозадзе, И. С. Чежин, Н. И. Кузнецова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Текст: непосредственный.

**УДК 631.3-6**

## **ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»**

*Остриков Виталий Викторович, студент  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент  
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** проведенная оценка работоспособности моторных масел Лукойл Авангард 10W40 и Shell Rimula 10W40 методом «капельной пробы» показала, что общепринятый критерий ДС (показатель моюще-диспергирующих свойств) не позволяет дать однозначную оценку состояния моторного масла.*

***Ключевые слова:** моторное масло, работоспособность, «капельная проба», диспергирующая способность*

Моторное масло, как один из конструктивных элементов двигателя, является основным показателем качественных и количественных изменений в процессах работы систем ДВС.

Метод «капельной пробы» – *Blotter Spot*, заключающийся в нанесении капли работающего масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна, является наиболее простым и информативным методом анализа. При впитывании капли масла в индикаторную бумагу наблюдается открытый в 1903 г. русским ученым М.С. Цветом хроматографический эффект, а точнее – его разовидность, относящаяся к технологии распределительной хроматографии [1].

На полученных хроматограммах отчетливо выражены следующие зоны: ядро 1, в котором осаждаются частицы механических примесей, не способные проникать в поры фильтровальной бумаги; краевая зона ядра 2, образованная малорастворимыми в масле органическими примесями; зона диффузии 3, в которой располагаются мелкие частицы механических примесей, способные проникать в поры бумаги, и характеризующая основные эксплуатационные свойства масла – его моющую и диспергирующую спо-

способности; зона топлива 4, ширина которой зависит от количества несгоревшего топлива, проникшего в масло. Кроме того, ломаная, зигзагообразная линия 5 между зоной диффузии и зоной топлива свидетельствует о наличии воды или охлаждающей жидкости в работающем моторном масле. Анализ формы, размеров, цвета и очертания этих зон [2] позволяет сделать вывод как о состоянии самого масла, так и проанализировать работу ДВС и его систем.

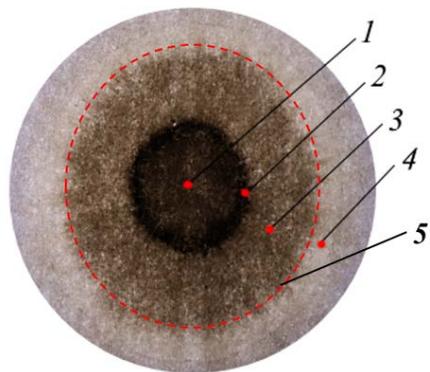


Рисунок 1 – Хроматограмма масляного пятна:

1 – ядро; 2 – краевая зона ядра; 3 – зона диффузии; 4 – зона топлива; зона воды

Моюще-диспергирующие свойства (МДС) масла определяются введением в базовое масло моющих, диспергирующих и стабилизирующих присадок. Основными причинами потери работоспособности этих присадок является загрязнение масла охлаждающей жидкостью, разбавление масла топливом, загрязнение масла нерастворимыми механическими примесями в количестве, превышающем возможности действия присадок.

Для проведения исследований формирования зон на хроматограммах и оценки МДС нами выбраны моторные масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой и *Shell Rimula* 10W40 с различной наработкой. Процесс осуществляли в течение 30–40 мин при температуре  $80 \pm 5$  °С.

Для реализации метода «капельной пробы» использовали разработанный и изготовленный нами электротигель [3].

В качестве фильтровальной бумаги применяли офисную бумагу *SvetoCopy* (ГОСТ Р 57641-2017), выбор которой обоснован в работе [4]. Нанесение капли масла осуществляли при помощи одноканальной микропипетки *JOANLAB* с регулируемым объемом 10–50 мкл.

Результаты экспериментальных исследований рассматриваемых масел представлены на рисунках 2 и 3.

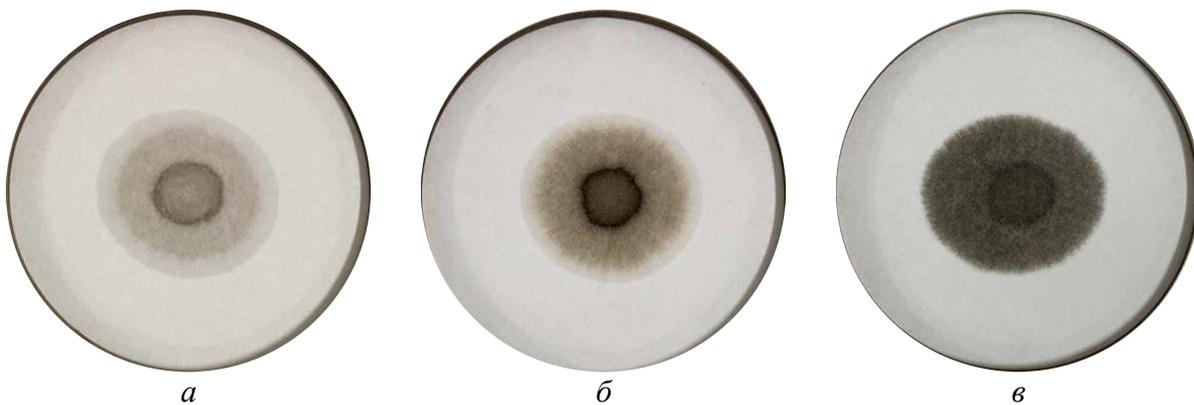


Рисунок 2 – Хроматограммы моторного масла Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой:

а – 30 ч; б – 215 ч; в – 250 ч

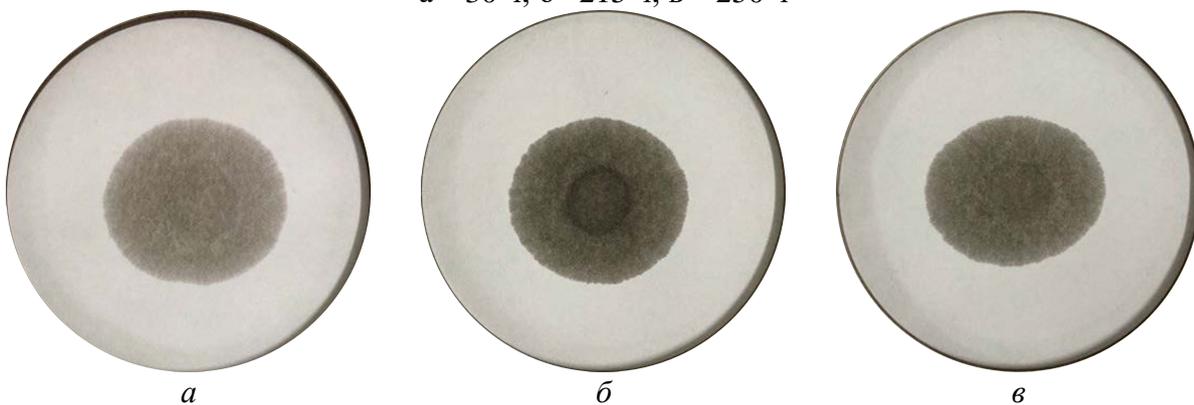


Рисунок 3 – Хроматограммы моторного масла *Shell Rimula* 10W40 с различной наработкой:

а – 70 ч; б – 150 ч; в – 250 ч

На полученных хроматограммах отчетливо различимы зона ядра  $d$  и диффузионной зоны  $D$  (рисунок 4).

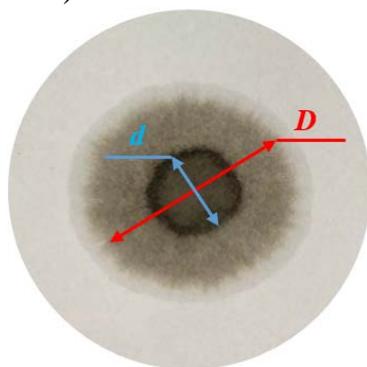


Рисунок 4 – Измеряемые величины для расчета ДС ( $d$  и  $D$ ) моторного масла

МДС оценивали по параметру диспергирующей способности (ДС), по которой можно судить о работоспособности моторного масла [5]:

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2}.$$

Масло считают работоспособным, если значение ДС составляет 0,3 и более, а при ДС меньше 0,3 свидетельствует о срабатывании моюще-диспергирующих присадках. Результаты проведенных измерений ( $D_1$ ,  $D$ ) и полученных расчетов для рассматриваемых масел с различной наработкой представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты расчета ДС моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой

Нарботка, ч	$D$ , мм	$d$ , мм	ДС
30	21,21	8,34	0,73
215	21,35	7,43	0,83
250	21,43	8,56	0,81

Таблица 2 – Результаты расчета ДС моторных масел *Shell Rimula* 10W40 с различной наработкой

Нарботка, ч	$D_1$ , мм	$d$ , мм	ДС
70	21,03	9,80	0,77
150	19,46	8,53	0,81
250	20,15	8,09	0,84

Приведенные исследования свидетельствуют о том, что рекомендуемая методика не позволяет в полной мере оценить работоспособность моторного масла по показателю ДС. Полученные результаты показывают, что, хотя все масла по показателю ДС находятся в работоспособном состоянии (см. таблицы 1, 2), оценка цвета ядра и диффузионной зоны масла Лукойл Авангард 10W40 и *Shell Rimula* 10W40 с наработкой 250 ч утратили свои МДС, находятся в критическом состоянии и требуют замены.

### Список литературы

1. Реактивы. Метод бумажной хроматографии: ГОСТ 28365-89. – Введ. 01.01.91. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 8 с. – Текст: непосредственный.
2. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: пат. RU 2 649 095/ Г. Хорстмейер. – Оpubл. 29.03.2018. – Текст: непосредственный.
3. Универсальный электротигель для проведения экспресс-контроля показателей качества моторных масел в условиях предприятий АПК / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, В.В. Остриков, Е.В. Ковалевич. – Текст: непосредственный // Агропанорама. – 2023. – № 2. – С. 31-37.

4. Выбор фильтрующей подложки для оценки работоспособности моторного масла методом «Капельной пробы» / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, А.Г. Кузнецов, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик. – Текст: непосредственный // Агропанорама. – 2022. – № 2. – С. 36-42.

5. Химики – автолюбителям: Справ. изд. / Б.Б. Бобович [и др.]. – 2-е изд., испр. – Ленинград: Химия, 1991. – 320 с. – Текст: непосредственный.

**УДК 004.567:681.3**

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

*Панков Дмитрий Витальевич, студент-бакалавр*

*Панков Виталий Валерьевич, науч. рук., ст. преподаватель*

*ФГБОУ ВО Московский политехнический университет, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** в данной статье рассматривается внедрение систем цифрового растениеводства в современное сельское хозяйство. Основной акцент делается на принципах и преимуществах цифровых технологий в области выращивания сельскохозяйственных культур. Рассматриваются основные компоненты таких систем, включая сенсоры, беспилотные аппараты, системы автоматического полива и удобрения, а также программное обеспечение для анализа данных и принятия решений. Приводятся примеры успешного внедрения цифровых решений в сельском хозяйстве, а также обсуждаются вызовы и перспективы развития данной области.*

***Ключевые слова:** цифровое растениеводство, сенсоры, беспилотные аппараты, сельское хозяйство*

Внедрение систем цифрового растениеводства – это ключевой шаг в эволюции аграрного сектора, обещающий революцию в способах управления сельскохозяйственными угодьями. От роста урожайности до оптимизации использования ресурсов, эти инновационные системы приносят новые возможности и перспективы для сельского хозяйства. В основе систем цифрового растениеводства лежит сбор и анализ огромных объёмов данных о почве, погодных условиях, растениях и других аспектах сельскохозяйственного производства. С помощью датчиков, дронов и спутников, сельскохозяйственники получают детальную информацию о состоянии угодий, что позволяет им принимать обоснованные решения на основе данных [1].

Одной из ключевых возможностей цифрового растениеводства является интеллектуальное управление ресурсами. Системы автоматизированного полива, дозирования удобрений и борьбы с вредителями позволяют оптимизировать использование воды, удобрений и пестицидов, снижая из-

держки и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду [2]. Благодаря анализу данных и машинному обучению, системы цифрового растениеводства способны предсказывать развитие растений, выявлять ранние признаки заболеваний и опасности для урожая, что позволяет своевременно принимать меры по их предотвращению.

Внедрение систем цифрового растениеводства уже демонстрирует свою эффективность во многих регионах мира. От Европы до США и Австралии, а также в ряде стран, в том числе в России, начинают активно использовать эти технологии для повышения производительности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Внедрение систем цифрового растениеводства открывает новые горизонты для сельского хозяйства, повышая его эффективность, устойчивость и экологическую безопасность. Это не только технологический прорыв, но и шанс на более устойчивое и продуктивное будущее для аграрного сектора [3].

В связи с развитием систем цифрового растениеводства становится возможным создание интеллектуальных сельскохозяйственных систем, которые способны автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды и потребностям угодий. Это позволяет сельскохозяйственным предприятиям эффективнее распределять ресурсы и минимизировать риски, связанные с неблагоприятными климатическими условиями или возникновением болезней и вредителей.

Благодаря использованию цифровых технологий, аналитических платформ и искусственного интеллекта, сельскохозяйственные производители могут получать персонализированные рекомендации по уходу за культурами, оптимальным срокам посева и урожайности. Это позволяет повышать качество продукции и увеличивать прибыльность сельскохозяйственного бизнеса [4]. Внедрение систем цифрового растениеводства требует значительных инвестиций в оборудование, обучение персонала и разработку специализированных программных решений. Кроме того, необходимо обеспечить надёжность и безопасность данных, собираемых и обрабатываемых в рамках этих систем, чтобы избежать утечек информации и негативных последствий для сельскохозяйственного производства.

Внедрение систем цифрового растениеводства представляет собой перспективное направление развития сельского хозяйства, которое способно повысить эффективность производства, сделать его более устойчивым к изменениям климата и рыночным условиям, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевыми аспектами систем цифрового растениеводства являются использование датчиков для мониторинга почвенных и атмосферных условий, автоматизация процессов управления поливом и внесением удобрений, а также анализ данных с помощью специализированных алгоритмов машинного обучения для прогнозирования роста и зрелости растений [5]. Это позволяет оптимизировать использование воды, удобрений и пестици-

дов, сокращая затраты и снижая воздействие на окружающую среду. Важным аспектом развития систем цифрового растениеводства является также обеспечение совместимости и интеграции различных компонентов и устройств в единую сеть, что позволяет создать цифровую экосистему, способную эффективно реагировать на изменения и оперативно принимать решения.

Таким образом, внедрение систем цифрового растениеводства в агропромышленном комплексе обещает значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства, снизить затраты и риски, а также содействовать устойчивому развитию сельских территорий. Однако для полноценной реализации потенциала этой технологии необходимо преодолеть ряд технических, организационных и экономических вызовов, а также обеспечить обучение персонала и создание благоприятного законодательного и инвестиционного климата. Внедрение систем цифрового растениеводства требует обновления инфраструктуры и создания интегрированных платформ для сбора, обработки и анализа данных [6]. Это включает в себя разработку специализированных программных приложений и сервисов, а также создание облачных платформ для хранения и обмена данными между участниками агропроизводства.

Системы цифрового растениеводства также открывают новые возможности для внедрения инновационных методов управления и контроля в сельское хозяйство. Например, автоматизированные системы мониторинга и управления могут предсказывать оптимальное время для полива, оптимизировать расход удобрений в зависимости от потребностей растений и даже автоматически реагировать на аномалии или болезни растений [7]. Таким образом, внедрение систем цифрового растениеводства представляет собой перспективное направление развития агропромышленного сектора, способное значительно повысить производительность и эффективность сельского хозяйства, а также сделать его более устойчивым к изменениям климата и рыночным колебаниям.

Одним из примеров успешного внедрения систем цифрового растениеводства является проект «Агроаналитика» в России. Этот проект основан на использовании датчиков, установленных на полях, которые непрерывно собирают данные о почве, влажности, температуре и других параметрах. Эти данные затем передаются на центральный сервер, где проводится их анализ с использованием алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Результаты анализа помогают агрономам оптимизировать процессы управления урожаем, такие как полив, удобрение и защита от болезней, что в конечном итоге увеличивает урожайность и снижает затраты.

Ещё одним примером является проект «Digital Farming» от компании Bayer Crop Science. Этот проект предлагает фермерам использовать мобильные приложения и онлайн-платформы для мониторинга и управления

своими полями [8]. Фермеры могут получать рекомендации по поливу, удобрению и защите растений, основанные на данных о состоянии почвы и погодных условиях. Благодаря этому, фермеры могут принимать более обоснованные решения, улучшая качество урожая и оптимизируя использование ресурсов. Примеры успешного внедрения систем цифрового растениеводства подтверждают их потенциал в улучшении эффективности и устойчивости сельского хозяйства. Они демонстрируют, что современные технологии могут значительно улучшить процессы управления и повысить уровень производства, что в конечном итоге способствует росту доходности и конкурентоспособности аграрного сектора.

Ещё одним примером успешной реализации цифровых технологий в агросекторе является платформа «Агроумник». Она предоставляет возможность сельскохозяйственным предприятиям и фермерам собирать и анализировать данные о почве, погодных условиях, состоянии растений и прочих аспектах производства. На основе этих данных платформа предлагает рекомендации по оптимизации процессов и принятию решений, что способствует повышению эффективности и урожайности. Ещё одним примером успешной реализации цифровых технологий в агросекторе является комплекс «Агротех». Он включает в себя использование дронов для мониторинга полей, сенсоров для сбора данных о почве и растениях, а также программное обеспечение для анализа полученной информации и выдачи рекомендаций по оптимизации агротехнических процессов. Это позволяет сельскохозяйственным предприятиям более точно контролировать состояние полей, оптимизировать расходы на удобрения и защиту растений, а также повышать урожайность.

Примеры применения цифровых технологий в агросекторе показывают, что инновации играют ключевую роль в современном сельском хозяйстве. Они помогают улучшить качество урожая, оптимизировать использование ресурсов, сократить затраты и повысить конкурентоспособность отрасли в целом. Внедрение систем цифрового растениеводства представляет собой перспективное направление развития сельского хозяйства, способное значительно повысить эффективность производства и улучшить качество урожая. Рассмотренные примеры успешной реализации цифровых технологий в агросекторе демонстрируют их значимость и потенциал для современного сельского хозяйства.

Цифровые системы, основанные на сборе и анализе данных о состоянии почвы, растений и погодных условиях, позволяют аграрным предприятиям принимать информированные решения и оптимизировать производственные процессы [9]. Способствует более эффективному использованию ресурсов, снижению затрат и увеличению урожайности. Благодаря цифровому растениеводству фермеры получают возможность более точного контроля за состоянием полей и растений, что позволяет им оперативно реагировать на изменения и минимизировать потери. Кроме того, цифровые тех-

нологии способствуют снижению экологического воздействия и повышению устойчивости сельского хозяйства к неблагоприятным факторам.

Внедрение систем цифрового растениеводства представляет собой важный шаг в развитии сельского хозяйства, который позволяет увеличить его производственный потенциал, сделать процессы более прозрачными и эффективными, а также снизить воздействие на окружающую среду.

### Список литературы

1. Алексеев, В.А. Модернизация электроприводов с реверсом поля для производственных механизмов АПК / В.А. Алексеев, А.О. Григорьев, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 02 июня 2017 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 63-67.
2. Артемьев, В.С. Системы автоматизированного управления при использовании алгоритма IDST / В.С. Артемьев, С.Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров, 16 ноября 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 310-313.
3. Артемьев, В.С. Системы автоматизированного управления безопасностью ресурсов в вопросах цифровизации / В.С. Артемьев, С.Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 344-347.
4. Artemyev, V. Investigation of optimal control of variable systems in the dynamic spectrum / V. Artemyev, A. Medvedev, V. Yaroshevich // Machine Science. – 2023. – Vol. 12. – No. 1. – P. 68-75.
5. Максимов А. С. SCADA-системы / А. С. Максимов, С. Д. Савостин, В. С. Артемьев. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. – 127 с. – Текст: непосредственный
6. Панков, Д.В. Альтернативные принципы как направляющий вектор в создании интеллектуальных систем / Д.В. Панков, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Решетневские чтения: Материалы XXVII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, 08-10 ноября 2023 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 259-261.

7. Петров, К.М. Современные энергосберегающие технологии - резерв снижения энергоемкости в АПК / К. М. Петров, Ю. Л. Александров, В. С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В. А. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. – С. 178-179.

8. Implementation of adaptive control with parametric uncertainty / V. S. Artemyev, M. N. Makhboroda, S. L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Intelligent technologies and electronic devices in vehicle and road transport complex (TIRVED), Moscow (10-11 ноября 2022 года). – Moscow: IEEE, 2022. – P. 9965505.

9. Some aspects of the synthesis of automated singularly perturbed control systems / V.S. Artemyev, M.N. Makhboroda, S.L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Systems of signals generating and processing in the field of on-board communications. – 2023. – Vol. 6, No. 1. – P. 33-38.

10. Processing of time signals in a discrete time domain / V. Artemyev, S. Mokrushin, S. Savostin [et al.]. – Text: direct // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 46-54.

**УДК 004.567:681.3**

### **РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИ ПОМОЩИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Панков Дмитрий Витальевич, студент-бакалавр*

*Панков Виталий Валерьевич, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО Московский политехнический университет, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** в данной статье рассматривается актуальная проблема оптимизации систем полива и эффективного управления ресурсами воды в сельском хозяйстве с применением цифровых технологий. Обсуждаются основные преимущества цифровых инноваций в этой области, такие как повышение эффективности использования водных ресурсов, снижение потерь и затрат, а также улучшение качества урожаев. Рассматриваются конкретные примеры применения цифровых систем мониторинга и автоматизации в управлении поливом, включая использование датчиков влажности почвы, автоматизированных систем контроля полива и аналитики данных.*

***Ключевые слова:** оптимизация, цифровые технологии, автоматизированные системы, улучшение качества*

В современном сельском хозяйстве эффективное использование водных ресурсов играет критическую роль в обеспечении устойчивого развития и повышении производственной мощности. Оптимизация систем полива и управление ресурсами воды становятся важными аспектами для сельскохозяйственных предприятий в условиях увеличивающихся экологических и экономических ограничений [1].

Цифровые технологии предлагают новые перспективы в решении проблемы оптимизации систем полива и управления водными ресурсами. Применение современных цифровых решений позволяет не только повысить эффективность использования воды, но и снизить эксплуатационные затраты и увеличить урожайность. Одной из важных составляющих оптимизации систем полива является использование сенсорных технологий для мониторинга влажности почвы и определения потребностей растений в воде. Специализированные датчики, установленные в земле, позволяют постоянно контролировать уровень влажности и адаптировать полив к конкретным потребностям культур.

Автоматизированные системы контроля полива, основанные на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяют оптимизировать расход воды и точно дозировать её в зависимости от различных факторов, таких как погодные условия, тип почвы и фаза роста растений [2].

Одним из важных направлений в области управления ресурсами воды с использованием цифровых технологий является создание централизованных систем мониторинга и управления, позволяющих сельскохозяйственным предприятиям в режиме реального времени контролировать расход воды, обнаруживать утечки и снижать потери [3].

Благодаря цифровым технологиям анализа данных, сельскохозяйственные предприятия получают возможность более точно прогнозировать потребности в воде и разрабатывать индивидуальные стратегии управления поливом для каждой конкретной культуры и участка земли [4]. Внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство открывает новые возможности для оптимизации систем полива и эффективного управления ресурсами воды, что способствует повышению урожайности и снижению экологического воздействия.

Важным аспектом в оптимизации систем полива является также интеграция данных о погодных условиях и прогнозах. С учётом изменчивости погоды, анализ метеоданных позволяет адаптировать поливные системы к текущим и предполагаемым климатическим условиям, что способствует более рациональному использованию водных ресурсов.

Кроме того, с помощью цифровых технологий можно разработать системы дистанционного мониторинга и управления поливом, что особенно актуально для крупных сельскохозяйственных угодий. Что и позволяет

сельхозпроизводителям эффективно управлять поливом на больших территориях, минимизируя ручное вмешательство и снижая трудозатраты [5].

Важно также учитывать индивидуальные потребности различных культурных растений в воде. Цифровые системы анализа данных позволяют выявить особенности полива для каждого вида сельскохозяйственных культур и оптимизировать процесс их выращивания в соответствии с этими потребностями.

Одним из примеров успешной реализации цифровых технологий в области управления водными ресурсами является система «умных» поливных систем, разработанная российскими учёными. Эта система использует датчики влажности почвы, метеоданные и алгоритмы машинного обучения для оптимального распределения воды в полевых условиях [6].

Таким образом, применение цифровых технологий в оптимизации систем полива и управления ресурсами воды представляет собой перспективное направление, способствующее повышению производительности сельского хозяйства и сокращению затрат на использование водных ресурсов.

Примером цифровых технологий в оптимизации систем полива может служить автоматизированная система контроля влажности почвы, которая использует сенсоры для измерения уровня влаги и автоматически регулирует объем воды, подаваемой на участок в зависимости от его потребностей. Такие системы могут быть интегрированы с погодными станциями для учёта факторов, таких как осадки или температура, что позволяет более точно определять необходимость полива.

Ещё одним примером являются системы удалённого мониторинга и управления, позволяющие сельхозпроизводителям контролировать и регулировать работу систем полива из любой точки с помощью мобильных приложений или веб-интерфейсов. Данный подход удобен для фермеров, позволяя им быстро реагировать на изменения в условиях и оптимизировать расход воды.

Также важным примером является использование алгоритмов машинного обучения для анализа данных о влажности почвы, погодных условиях и потребности растений в воде. Эти алгоритмы могут предсказывать оптимальные параметры полива на основе исторических данных и текущих условий, что позволяет сельхозпроизводителям экономить водные ресурсы и повышать урожайность. Дополнительным примером цифровых технологий в оптимизации систем полива является использование дронов с тепловизионными камерами для мониторинга поля. Тепловизионные данные могут помочь определить участки с повышенной или недостаточной влажностью, что позволит более точно распределить воду и предотвратить переуплотнение или пересушивание почвы [7]. Существуют системы «умного» полива, которые могут анализировать данные о влажности почвы, температуре и влажности воздуха, а также прогнозы погоды, чтобы опти-

мизировать расписание полива. Например, они могут отключать полив во время дождя или увеличивать его в периоды засухи, что помогает экономить воду и обеспечивать растения необходимым количеством влаги. Инновационные решения также включают использование гидропонных систем, где вода циркулирует и повторно используется, что уменьшает расход воды по сравнению с традиционными методами полива. Такие системы часто снабжаются датчиками и автоматизированными контроллерами, обеспечивая точное и эффективное управление ресурсами воды.

Эти примеры демонстрируют, как цифровые технологии могут помочь в оптимизации систем полива и управлении ресурсами воды в сельском хозяйстве, способствуя более эффективному использованию водных ресурсов и повышению урожайности. Внедрение цифровых технологий в системы полива и управления ресурсами воды в аграрном секторе представляет собой значительный потенциал для увеличения эффективности сельского хозяйства. Разработка и использование инновационных систем позволяют более точно контролировать и регулировать полив, минимизируя излишние расходы воды и увеличивая урожайность. Эффективное использование цифровых технологий ведёт не только к экономии водных ресурсов, но и к снижению затрат на производство, увеличению качества продукции и сокращению негативного воздействия на окружающую среду. Кроме того, автоматизированные системы мониторинга и управления обеспечивают более гибкий и адаптивный подход к управлению поливом в зависимости от изменяющихся условий.

Внедрение цифровых технологий в аграрном секторе способствует современной трансформации сельского хозяйства, делая его более эффективным, устойчивым и конкурентоспособным. Дальнейшее развитие и распространение таких систем могут значительно повысить производительность и прибыльность сельскохозяйственного производства, содействуя росту экономики и улучшению качества образа жизни в сельскохозяйственных регионах.

Другим примером успешной реализации цифровых технологий в оптимизации систем полива является проект «Система умного полива для садоводов и огородников», представленный в Японии. Эта система использует датчики влажности почвы, анализаторы погодных условий и автоматизированные системы полива, чтобы точно определять потребности растений в воде и поддерживать оптимальный уровень влажности в почве. Это позволяет снизить потребление воды и увеличить урожайность культур.

Ещё одним примером является проект «Интеллектуальная система управления поливом в тепличном хозяйстве», внедрённый в Нидерландах. Эта система использует современные датчики, аналитику данных и автоматизированные системы полива для оптимизации расхода воды в тепличных условиях [8]. Благодаря этой системе управления удалось сократить расход воды на полив на 30% и значительно увеличить урожайность овощей.

Дополнительным преимуществом цифровых систем полива является возможность интеграции с другими аспектами агротехники, такими как мониторинг состояния почвы, прогнозирование погоды и управление удобрениями. Это позволяет создать комплексные решения для оптимизации всего производственного процесса и управления ресурсами.

Примером успешного внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве может служить проект «Система цифровой поддержки принятия решений для оптимизации водознергетического ресурса в земледелии», реализованный в России [9]. Данная система основана на анализе данных о погодных условиях, влажности почвы, потребности растений в воде и других параметрах, что позволяет сельхозпроизводителям принимать обоснованные решения относительно полива и эффективного использования водных ресурсов.

Интеграция цифровых технологий в системы полива и управления ресурсами воды открывает новые возможности для сельского хозяйства, способствуя повышению его эффективности, устойчивости и экологической безопасности.

### Список литературы

1. Алексеев, В.А. Модернизация электроприводов с реверсом поля для производственных механизмов АПК / В.А. Алексеев, А.О. Григорьев, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары (02 июня 2017 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 63-67.
2. Артемьев, В.С. Системы автоматизированного управления при использовании алгоритма IDST / В.С. Артемьев, С.Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров (16 ноября 2022 года). – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 310-313.
3. Артемьев, В.С. Системы автоматизированного управления безопасностью ресурсов в вопросах цифровизации / В.С. Артемьев, С.Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва (22-24 ноября 2022 года). – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 344-347.

4. Artemyev, V. Investigation of optimal control of variable systems in the dynamic spectrum / V. Artemyev, A. Medvedev, V. Yaroshevich. – Text: direct // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 68-75.
5. Максимов, А.С. SCADA-системы / А.С. Максимов, С.Д. Савостин, В.С. Артемьев. – Курск: Закрытое акционерное общество « Университетская книга», 2023. – 127 с. – Текст: непосредственный.
6. Панков Д.В. Альтернативные принципы как направляющий вектор в создании интеллектуальных систем / Д.В. Панков, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Решетневские чтения: Материалы XXVII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева, Красноярск (08-10 ноября 2023 года). – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 259-261.
7. Петров, К.М. Современные энергосберегающие технологии – резерв снижения энергоемкости в АПК / К.М. Петров, Ю.Л. Александров, В.С. Артемьев – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов (18 апреля 2016 года), под общей редакцией Трушкина В.А. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. – С. 178-179.
8. Implementation of adaptive control with parametric uncertainty / V. S. Artemyev, M. N. Makhaboroda, S. L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Intelligent technologies and electronic devices in vehicle and road transport complex (TIRVED), Moscow (10-11 ноября 2022 года). – Moscow: IEEE, 2022. – P. 9965505.
9. Some aspects of the synthesis of automated singularly perturbed control systems / V.S. Artemyev, M.N. Makhaboroda, S.L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Systems of signals generating and processing in the field of on-board communications. – 2023. – Vol. 6, No. 1. – P. 33-38.
10. Processing of time signals in a discrete time domain / V. Artemyev, S. Mokrushin, S. Savostin [et al.]. – Text: direct // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 46-54.

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ  
УРОЖАЙНОСТИ**

*Панков Дмитрий Витальевич, студент-бакалавр  
Панков Виталий Валерьевич, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО Московский политехнический университет, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** данное исследование посвящено рассмотрению развития систем умного земледелия в контексте оптимизации использования ресурсов и повышения урожайности. Авторы анализируют ключевые технологии, применяемые в системах умного земледелия, такие как сенсоры, IoT, алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта. Обсуждаются преимущества применения этих технологий, такие как увеличение эффективности использования ресурсов, сокращение затрат и повышение качества продукции.*

***Ключевые слова:** оптимизация, урожайность, умное земледелие, повышение урожайности*

Сегодня население нашей страны растёт и увеличивается спрос на продукты питания, эффективное использование ресурсов и повышение урожайности становятся приоритетом для агропроизводителей. В этом контексте системы умного земледелия представляют собой инновационные технологии, направленные на оптимизацию производственных процессов и повышение качества сельскохозяйственной продукции [1].

Исследование, посвящённое развитию систем умного земледелия, проникает в суть новейших технологий, способных революционизировать сельское хозяйство. Анализируя сложную сеть сенсоров, собирающих данные о почве, климате и растениях, их взаимодействие с Интернетом вещей и алгоритмы машинного обучения, исследователи обнаруживают потенциал для более эффективного использования ресурсов.

Технологические инновации, включая автономные машины и цифровые платформы, демонстрируют способность рационализировать процессы земледелия и повысить урожайность. Системы умного земледелия предоставляют сельскохозяйственным предприятиям возможность лучше понимать потребности культур, предсказывать урожаи и оптимизировать производственные процессы [2]. Основываясь на данных, собранных и обработанных с использованием современных технологий, агрономы и фермеры могут принимать более обоснованные решения о поливе, удобрении, борьбе с болезнями и вредителями. Это способствует снижению затрат и рисков, а также увеличению качества и количества сельскохозяйственной продукции.

Следовательно, развитие систем умного земледелия играет ключевую роль в устойчивом развитии аграрного сектора и обеспечении продовольственной безопасности. Это также способствует уменьшению негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду, повышая эффективность использования ресурсов и снижая экологические риски [3].

Одним из ключевых элементов систем умного земледелия является использование сенсоров и IoT-технологий для сбора данных о почве, климате, растениях и животных. Эти данные позволяют агропроизводителям получать детальную информацию о состоянии посевов и условиях окружающей среды, что в свою очередь помогает принимать более обоснованные решения в управлении хозяйством. Другим важным аспектом систем умного земледелия является применение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа собранных данных и выработки оптимальных стратегий управления производством [4]. Эти технологии позволяют агропроизводителям оптимизировать расход ресурсов, таких как вода, удобрения и пестициды, а также предсказывать возможные проблемы и предотвращать их возникновение. Системы умного земледелия включают в себя использование автономных машин и дронов для выполнения различных задач, таких как посев, уборка урожая и мониторинг посевов. Что помогает сельскохозяйственным предприятиям повысить производительность труда и сократить затраты на рабочую силу.

Важным элементом развития систем умного земледелия является создание цифровых платформ и облачных сервисов, которые позволяют агропроизводителям обмениваться данными, получать доступ к специализированным инструментам и услугам, а также взаимодействовать с другими участниками агропромышленного рынка [5].

С постоянным развитием и совершенствованием технологий, а также увеличением доступности их использования для аграрных предприятий, системы умного земледелия становятся все более привлекательными и доступными для широкого круга аграрных производителей [6]. Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве способствует улучшению качества жизни сельских сообществ, создавая новые рабочие места и увеличивая экономическую активность в регионах. А также способствует сокращению цифрового разрыва между городом и сельской местностью, повышая доступность инноваций и обучение в аграрных регионах.

Развитие систем умного земледелия представляет собой не только технологическое достижение, но и стратегическое решение, направленное на создание устойчивой, эффективной и экологически чистой агропромышленности. Оно является необходимым компонентом для обеспечения продовольственной безопасности, улучшения качества жизни на селе и решения глобальных вызовов, связанных с изменением климата и ростом мирового населения.

Данные технологии не только позволяют оптимизировать использование ресурсов и повышать урожайность, но и способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду. Развитие систем умного земледелия представляет собой ключевой фактор в современном агропромышленном комплексе, способствующий оптимизации использования ресурсов и повышению урожайности. Эти системы обеспечивают эффективное управление агроэкосистемой, позволяя аграрным предприятиям осуществлять точное и целенаправленное воздействие на процессы в растительных и животноводческих производствах. Ключевыми преимуществами применения умных технологий в земледелии являются повышение эффективности использования ресурсов, сокращение затрат на производство, увеличение урожайности и улучшение качества продукции. Благодаря автоматизации и оптимизации производственных процессов аграрии получают возможность принимать более обоснованные решения на основе данных, что способствует снижению рисков и повышению доходности [7].

В России активно развивается сектор умного земледелия. Одним из успешных примеров в этой области является проект "Агроинтеллект", который предоставляет фермерам возможность собирать и анализировать данные о почве, климате и урожайности через агрегатор информации [8]. Ещё один пример – это проекты по внедрению систем умного земледелия в Краснодарском крае, где используются дроны для мониторинга полей и IoT-технологии для сбора и анализа данных. Кроме того, в России запущена цифровая аграрная платформа, созданная при участии Минсельхоза и компании "Яндекс", которая предоставляет широкий спектр инструментов для мониторинга полей, анализа рынка и других функций, помогающих фермерам в принятии решений.

Внедрение систем умного земледелия в российском аграрном секторе также поддерживается государственными программами и инвестициями. Например, правительство РФ активно поддерживает проекты по развитию цифровых технологий в сельском хозяйстве, такие как создание цифровых карт полей, использование автономных сельскохозяйственных машин и систем мониторинга урожайности. Кроме того, российские агротехнологические компании активно разрабатывают и внедряют собственные решения в области умного земледелия, например, системы автоматического полива, дронов для анализа состояния посевов и программное обеспечение для анализа данных о почве и погоде. Эти примеры свидетельствуют о том, что развитие систем умного земледелия в России активно продвигается как государством, так и частными компаниями, что способствует повышению эффективности и конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства [9].

Важно также отметить, что системы умного земледелия способствуют сокращению негативного воздействия на окружающую среду за счёт минимизации использования химических удобрений и пестицидов, а также

оптимизации расхода воды и энергии. Способствуя созданию экологически чистого и устойчивого агропроизводства, соответствующего современным требованиям и вызовам.

Системы умного земледелия играют ключевую роль в современном аграрном секторе, обеспечивая его устойчивое развитие, рост конкурентоспособности и социально-экономическое благополучие. Их внедрение является важным шагом в направлении создания инновационной и эффективной агропромышленности, способной удовлетворить растущий спрос на продукцию питания и обеспечить продовольственную безопасность на глобальном уровне.

### Список литературы

1. Алексеев, В.А. Модернизация электроприводов с реверсом поля для производственных механизмов АПК / В.А. Алексеев, А.О. Григорьев, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 02 июня 2017 года / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 63-67.
2. Артемьев, В.С. Системы автоматизированного управления при использовании алгоритма IDST / В.С. Артемьев, С.Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров, 16 ноября 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 310-313.
3. Артемьев, В. С. Системы автоматизированного управления безопасностью ресурсов в вопросах цифровизации / В. С. Артемьев, С. Д. Савостин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22-24 ноября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 344-347.
4. Artemyev, V. Investigation of optimal control of variable systems in the dynamic spectrum / V. Artemyev, A. Medvedev, V. Yaroshevich. – Text: direct // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 68-75.
5. Максимов, А.С. SCADA-системы / А.С. Максимов, С.Д. Савостин, В.С. Артемьев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 127 с. – Текст: непосредственный.
6. Панков, Д.В. Альтернативные принципы как направляющий вектор в создании интеллектуальных систем / Д.В. Панков, В.С. Артемьев. – Текст:

непосредственный // Решетневские чтения: Материалы XXVII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, 08–10 ноября 2023 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 259-261.

7. Петров, К.М. Современные энергосберегающие технологии – резерв снижения энергоемкости в АПК / К.М. Петров, Ю.Л. Александров, В.С. Артемьев. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В.А. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 178-179.

8. Implementation of adaptive control with parametric uncertainty / V.S. Artemyev, M.N. Makhiboroda, S.L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Intelligent technologies and electronic devices in vehicle and road transport complex (TIRVED), Moscow, 10-11 ноября 2022 года. – Moscow: IEEE, 2022. – P. 9965505.

9. Some aspects of the synthesis of automated singularly perturbed control systems / V.S. Artemyev, M.N. Makhiboroda, S.L. Yablochnikov [et al.]. – Text: direct // Systems of signals generating and processing in the field of on-board communications. – 2023. – Vol. 6, No. 1. – P. 33-38.

10. Processing of time signals in a discrete time domain / V. Artemyev, S. Mokrushin, S. Savostin [et al.]. – Text: direct // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 46-54.

**УДК 631.372**

**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И  
ДОСТОВЕРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

*Пчелинцев Антон Андреевич, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье предложены основные параметры для планирования и достоверного прогнозирования показателей почвообрабатывающих машин.*

***Ключевые слова:** процесс, обработка, почва, твердость, плотность, параметр, сопротивление, коэффициент*

Среднее значение удельного сопротивления почвообрабатывающих машин в зависимости от колебания физических свойств почвы, формы и расположения рабочих органов и других производственных факторов изменяется в очень широких пределах.

В связи с этим в справочной литературе приводятся пределы средних значений удельного сопротивления почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин, в зависимости от вида и способа обработки почвы, не зависимо от физико-механических ее свойств и зонального их характера.

Физическими свойствами почвы, которые существенно влияют на закономерности и характер протекания процессов ее механической обработки являются твердость и плотность.

Твердость почвы – свойство почвы сопротивляться сжатию и расклиниванию и выражается в  $\text{кг/см}^2$ .

Плотность почвы (объемная масса) – масса абсолютно сухой почвы при ненарушенном сложении (со всеми имеющимися в почве порами) в единице объема. Плотность почвы выражается в  $\text{г/см}^3$ . Значения плотности почвы изменяются в пределах от 0,4 до 1,8  $\text{г/см}^3$  и зависят от механического состава, количества органического вещества и структуры почвы.

Плотность тесно связана с водным, воздушным и тепловым режимами почв. Для большинства сельскохозяйственных культур на глинистых и суглинистых почвах оптимальной является плотность 1,0 – 1,25  $\text{г/см}^3$ . Дальнейшее увеличение ее приводит к снижению урожайности.

Оценка плотности суглинистых и глинистых по гранулометрическому составу почв производится по классификации, разработанной Н.А. Качинским (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация и оценка плотности почв (по Н.А. Качинскому)

Плотность, $\text{г/см}^3$ :	Оценка:
< 1	Почва вспушена или богата органическими веществами.
1,0 ... 1,1	Типичные величины для культурной свежевспаханной пашни.
1,2 ... 1,3	Пашня уплотнена.
1,3 ... 1,4	Пашня сильно уплотнена.
1,4 ... 1,6	Типичные величины для подпахотного горизонта различных почв (кроме черноземов).
1,6 ... 1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты.

По механическому составу почву можно классифицировать на:

- глинистые (более 50 % частиц «физической глины»);
- тяжелосуглинистые (40 – 50 %);
- среднесуглинистые (30 – 40 %);
- легкосуглинистые (20 – 30 %);
- супесчаные (10 – 20 %);
- песчаные (менее 10 % частиц «физической глины»).

Твердость почвы определяет степень её уплотненности и агрономическую пригодность для возделывания сельскохозяйственных культур. Твердость почвы зависит от ее гранулометрического состава, структуры, увлажненности, состава поглощенных оснований и от количества органических веществ. Твердость почвы определяет технологическую характеристику почвы, то есть ее сопротивление обработке. При высокой твердости почвы требуется большие затраты энергии на ее обработку, затрудняется прорастание семян, корни плохо проникают в почву. Твердость почвы играет определенную роль в формировании величины урожая сельскохозяйственных культур.

Для определения твердости почвы применяют различные приборы, в том числе твердомеры Ревякина, ВИСХОМ, ИП232, Eijkelkamp P-1.50 и P-1.52, пенетрометры ПГ-1, DISKEY–John и другие.

Рабочими органами в конструкциях рассмотренных твердомеров являются шток с плунжером. Длина штока эквивалентна глубине погружения плунжера в почву.

По форме плунжеры бывают цилиндрические, шарообразные (на сдавливание), в виде трехгранного клина и конические с различными углами при вершине (на расклинивание).

Вместе с тем, так как твердость почвы определяет степень её уплотненности, в зависимости от нее можно прогнозировать среднее значение удельного сопротивления почвообрабатывающей машины с высокой вероятностью.

Определение среднего значения твердости почвы в конкретных агрофонах позволяет прогнозировать наиболее вероятные значения эксплуатационных показателей почвообрабатывающих машин в агрегате с энергетическими средствами, что обеспечит рациональное агрегатирование и выбор наиболее эффективных режимов их работы.

При планировании и достоверном прогнозировании показателей оценки применяемых, а также проектировании новых почвообрабатывающих машин требуется расчет с применением вероятностных моделей, которые предусматривают учет вероятностных оценок (математических ожиданий, дисперсий, среднеквадратических отклонений и коэффициентов вариации) входных параметров (аргументов).

При расчете эксплуатационных параметров и показателей почвообрабатывающих машин в качестве входного параметра в основном используют тяговое их сопротивление (или тяговое усилие) или крутящий момент на коленчатом валу двигателя.

Случайный (или вероятностный) характер изменения тягового сопротивления оказывает существенное влияние на выходные эксплуатационные показатели почвообрабатывающих агрегатов.

Степень изменения эксплуатационных показателей зависит от значения меры рассеяния (или коэффициента вариации) входного параметра – тягового сопротивления почвообрабатывающего агрегата.

До сих пор, точное значение коэффициента вариации нагрузки (тягового сопротивления) определяют экспериментальным путем.

При расчете и прогнозировании эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов (МТА) по вероятностным моделям задают фиксированные значения коэффициента вариации входного параметра. При этом фактические значения коэффициента вариации при определенных условиях функционирования МТА, могут быть совершенно другими. То есть, установление фактического среднего значения коэффициента вариации нагрузки в определенных условиях функционирования МТА может существенно повысить точность расчетов значений эксплуатационных показателей агрегатов. Установление фактического среднего значения коэффициента вариации нагрузки в определенных условиях функционирования МТА, обеспечит точную настройку технических средств непрерывного контроля и учета работы агрегатов [1-2].

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – №3 (15). – III кв. 2014. – С. 57-63.
2. Михайлов, А.С. Обоснование системы технологических процессов восстановления необрабатываемых земель в условиях повышенного увлажнения. / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве – №5 (10)/2014 – С. 66-68.

УДК 631.372

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

*Пчелинцев Антон Андреевич, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье предложена методика по определению удельного сопротивления рабочих органов почвообрабатывающих машин.

*Ключевые слова:* процесс, обработка, почва, твердость, плотность, параметр, сопротивление, коэффициент, терродинамика

В общем случае функциональную зависимость удельного сопротивления  $K'_a$  почвообрабатывающей машины от средних значений глубины  $h_{\text{см}}$  обработки и твердости  $T_{\text{п}}$  почвы (до обработки) можно представить в виде:

$$K'_a = f(T_{\text{п}}, h_{\text{см}}), \quad (1)$$

Или

$$K'_a = 10^4 T_{\text{п}} \cdot h_{\text{см}}, \text{ кН/м}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{п}}$  – твердость почвы, кг/см<sup>2</sup>;

$h_{\text{см}}$  – глубина обработки почвы, см.

В связи с тем, что почва контактирует с рабочими органами в ограниченной плоскости, так называемой площадью  $F^*$  фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины, модели (1) и (2) далее представим в развернутом виде.

Детерминированные и вероятностные математические модели для определения удельного сопротивления  $K_a$  (кН/м), тягового сопротивления  $P_{\text{кр}}$  (кН), коэффициентов террадинамического сопротивления и потребной мощности одного рабочего органа и в целом почвообрабатывающей машины, приведены ниже.

Математическую модель для определения удельного сопротивления  $K_a$  (кН/м) почвообрабатывающей машины в общем случае можно представить в виде:

$$K_a = \frac{K_0 \cdot T_{\text{п}} \cdot V_p^2 \cdot F^*}{2B_p}, \quad (3)$$

где  $K_0$  – коэффициент террадинамического сопротивления, учитывающий обтекаемость рабочих органов.

Коэффициент  $K_0$  зависит от формы, качества поверхности рабочего органа и твердости (плотности) почвы.

$T_{\text{п}}$  – твердость почвы, кг/см<sup>2</sup>;

$h_{\text{см}}$  – глубина обработки почвы, см;

$F^*$  – площадь фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы, м<sup>2</sup>;

$B_p$  – рабочая ширина захвата почвообрабатывающей машины, м.

Тяговое сопротивление  $P_{\text{кр}}$  (кН) почвообрабатывающей машины в общем случае можно подсчитать по формуле:

$$\bar{P}_{кр} = K_a \cdot B_p = \frac{K_\delta \cdot T_{II} \cdot F^* \cdot B_p}{B_p} = K_\delta \cdot T_{II} \cdot F^*, \quad (4)$$

где  $K_a$  - удельное сопротивление почвообрабатывающей машины, кН/м.

Для определения дисперсии  $D(P_{кр})$  тягового сопротивления почвообрабатывающей машины установлена следующая зависимость:

$$D(P_{кр}) = K_a^2 \cdot F^*, (\text{кН})^2 \quad (5)$$

Математическую модель для определения среднего квадратического отклонения  $\sigma_p$  (кН) тягового сопротивления почвообрабатывающей машины можно представить так:

$$\sigma_{P_{кр}} = [D(P_{кр})]^{1/2} = K_a \cdot F^{*1/2}. \quad (6)$$

С учетом выражений (3) и (5) среднее значение коэффициента вариации тягового сопротивления  $P_{кр}$  можно подсчитать по формуле:

$$v_p = \frac{K_a \cdot F^{*1/2}}{\bar{P}_{кр}}, \quad (7)$$

При определении удельного сопротивления  $K_a$  (кН/м) почвообрабатывающей машины в конкретных условиях ее работы необходимо заранее определить значения твердости  $T_{II}$  почвы, глубины ее обработки  $h_{см}$  и площадь  $F^*$  фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы.

Значение требуемой глубины  $h_{см}$  задается агротехническими требованиями для конкретных условий работы МТА (агрофона) обработки почвы.

Площадь  $F^*$  фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины, в зависимости от их форм и глубины обработки, является индивидуальной для конкретной почвообрабатывающей машины, и определяется соответствующим измерением.

Среднее значение твердости  $T_{II}$  почвы для конкретного поля в условиях производства определяется твердомерами почвы в соответствии с общеизвестной методикой.

Для определения и оптимизации значений коэффициента террадинамического сопротивления  $K_\delta$  и площади  $F^*$  фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины требуются дополнительные исследования. Оптимальные значения коэффициента террадинамического

сопротивления  $K_{\delta}$  и площади  $F^*$  фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы должны быть дифференцированы от скорости движения рабочих органов и показателей качества работы почвообрабатывающих машин.

Тяговое сопротивление одного почвообрабатывающего рабочего органа с учетом его террадинамических свойств можно определить из формулы:

$$R_{po} = \frac{K_{\delta} \cdot T_{\Pi} \cdot V_p^2 \cdot F^{*po}}{2}, \quad (8)$$

где  $K_{\delta}$  – коэффициент террадинамического сопротивления;

$T_{\Pi}$  – твердость (плотность) почвы;

$V_p$  – скорость движения рабочего органа;

$F^{*po}$  – площадь фронтальной проекции одного рабочего органа при заданной глубине обработки почвы.

Коэффициент террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$  почвообрабатывающего рабочего органа может быть выражен формулой:

$$K_{\delta} = \frac{2R_{po}}{T_{\Pi} \cdot V_p^2 \cdot F^{*po}}. \quad (9)$$

Потребная мощность, необходимая для преодоления террадинамического сопротивления почвообрабатывающего рабочего органа, пропорционально кубу скорости ее движения и определяется по формуле:

$$N_{\Pi}^{po} = R_{po} \cdot V_p = \frac{K_{\delta} \cdot T_{\Pi} \cdot V_p^3 \cdot F^{*po}}{2}. \quad (10)$$

Тяговое сопротивление (усилие) почвообрабатывающей машины с учетом террадинамических свойств рабочих органов можно определить из формулы:

$$P_{кр} = \frac{K_{\delta} \cdot T_{\Pi} \cdot V_p^2 \cdot F^*}{2}; \quad (11)$$

Коэффициент террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$  почвообрабатывающей машины может быть выражен формулой:

$$K_{\delta} = \frac{2P_{кр}}{T_{\Pi} \cdot V_p^2 \cdot F^*}; \quad (12)$$

где  $T_{\Pi} \cdot V_p^2$  – динамическое давление (или скорость напора) – величина кинетической энергии, имеющая размерность давления;

$V_p$  – скорость движения;

$T_{\Pi}$  – твердость (плотность) почвы.

Коэффициент террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$  есть главная величина, описывающая террадинамическое совершенство рабочих органов и почвообрабатывающих машин.

Потребная мощность, необходимая для преодоления террадинамического сопротивления почвообрабатывающей машины, пропорционально кубу скорости ее движения и определяется по формуле:

$$N_{\Pi} = P_{кр} \cdot V_p = C_{\kappa} \frac{K_{\delta} \cdot T_{\Pi} \cdot V_p^3 \cdot F^*}{2}. \quad (13)$$

Оптимизация коэффициента террадинамического сопротивления  $K_{\delta}$  производится по критериям: показателей качества обработки почвы и минимума потребной мощности  $N_{\Pi} \rightarrow \min$ , необходимой для преодоления террадинамического сопротивления [1-2].

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – №3 (15). – III кв. 2014. – С. 57-63.
2. Михайлов, А.С. Обоснование системы технологических процессов восстановления необрабатываемых земель в условиях повышенного увлажнения / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве. – №5 (10) 2014. – С. 66-68.

УДК 62.771

### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ФЛАНЦЕВЫЙ ЦЕНТРОСМЕСТИТЕЛЬ

*Рыбин Роман Юрьевич, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* предлагаемое устройство является универсальным фланцевым центросместителем для шлифования шеек коленчатых валов. Оно состоит из корпуса с продольными отверстиями для крепления к фланцу коленчатого вала и Т-образным пазом для крепления поворотного

*стола. Также в корпусе имеются резьбовые отверстия для установки регулировочных болтов. Поворотный стол имеет торцевые пазы для крепления мостиков с центровыми отверстиями. Все это позволяет универсально базировать и закреплять коленчатые валы различных конструкций и размеров перед шлифованием.*

**Ключевые слова:** 3А423, центросместитель, шлифование шеек коленчатых валов, патрон-центросместитель

Повышение эффективности ремонтно-обслуживающих воздействий является одной из составляющих эффективного развития сельскохозяйственного производства [1-7]. Разработка технических устройств, обеспечивающих снижения трудоемкости конкретных ремонтных операций, позволит повысить качество капитального ремонта [8-10].

Предлагаемое изобретение представляет собой устройство, которое относится к машиностроению и ремонтному производству. Оно предназначено для смещения детали относительно ее оси вращения перед механической обработкой, например, перед шлифованием шеек коленчатых валов.

В настоящее время существует устройство, состоящее из двух патронов-центросместителей, которое входит в стандартный комплект приспособлений специализированного станка для шлифования шеек коленчатых валов 3А423. Однако данное устройство обладает рядом недостатков. Во-первых, его односторонний привод приводит к возникновению моментов инерции, которые вызывают деформацию и смещение положения оси вала. Это приводит к уменьшению точности шлифования. Во-вторых, конструкция патронов-центросместителей не обеспечивает достаточное количество степеней свободы при базировании вала, особенно при износе направляющих.

Для устранения вышеупомянутых недостатков предлагается использование нового устройства - фланцевого центросместителя. Фланцевый центросместитель состоит из корпуса, в котором имеются отверстия для крепления к фланцу коленчатого вала. Кроме того, в корпусе присутствуют центровые отверстия: одно из них расположено в центре для поджатия центра задней бабки при шлифовании коренных шеек вала, а остальные расположены на расстоянии радиуса кривошипа от центрального отверстия с целью поджатия центра задней бабки при шлифовании шатунных шеек. Дополнительно, в корпусе присутствуют резьбовые отверстия для окончательного базирования вала перед его закреплением и шлифованием с использованием регулировочных болтов или винтов.

Устройство позволяет увеличить точность шлифования шеек валов и обеспечивает универсальность при работе с валами различной конструкции и размеров. Таким образом, предложенное изобретение позволяет по-

высить точность обработки шеек коленчатых валов и имеет универсальную конструкцию, что является его техническим результатом.

Универсальный фланцевый центросместитель представляет собой специальное устройство, разработанное с целью достижения определенного технического результата. Оно состоит из корпуса, в котором находятся продольные отверстия для крепления к фланцу коленчатого вала через болтовое соединение. С другой стороны, на периферийной поверхности корпуса имеется т-образный паз, предназначенный для крепления поворотного стола с использованием болтового соединения. Поворотный стол, обладает сквозными пазами в периферийной части.

Корпус также оснащен резьбовыми отверстиями в периферийной части, предназначенными для установки регулировочных болтов. В торцевой части поворотного стола имеются два Т-образных паза, которые служат для крепления к нему двух деталей-мостиков с центровыми отверстиями. Эти мостики необходимы для поджатия коленчатого вала вместе с устройством, прикрепленным к нему, центром задней бабки шлифовального станка во время шлифования шатунных шеек.

Присутствие продольных отверстий в корпусе позволяет осуществлять эту крепежную операцию, обеспечивая устойчивость и надежность всей конструкции. Она позволяет совместить плоскость, содержащую ось шатунной шейки, с плоскостью, которая содержит ось центрального отверстия мостика во время предварительного базирования коленчатого вала.

Дальнейшая функция фланцевого центросместителя состоит в возможности закрепления поворотного стола к корпусу после его поворота вокруг оси коренных шеек до нужного угла. Для этого используется т-образный паз, расположенный по периферийной поверхности корпуса. Эта особенность обеспечивает точное совмещение плоскости стола с требуемым углом поворота, что является необходимым условием для достижения оптимального базирования коленчатого вала.

Еще одна важная особенность устройства связана с т-образными пазами в торцевой части поворотного стола. Они позволяют смещать мостики с центровыми отверстиями перед их закреплением. Это необходимо для предварительного базирования коленчатого вала перед его шлифованием на расстояние, соответствующее радиусу кривошипа. С помощью этих пазов достигается точное совмещение и фиксация компонентов, что обеспечивает высокую точность и качество обработки коленчатых валов.

Окончательное базирование коленчатого вала перед шлифованием осуществляется при помощи регулировочных болтов, наличие которых является одной из важных особенностей данного устройства. Они позволяют осуществлять перемещение фланца коленчатого вала в двух плоскостях, перпендикулярных оси коренных шеек. Таким образом, обеспечивается максимальная точность, необходимая для успешной механической обработки вала.

В итоге, универсальный фланцевый центросместитель является незаменимым инструментом для базирования коленчатых валов перед механической обработкой. Его уникальные особенности позволяют работать с валами различных радиусов кривошипа, а также различными размерами и взаимным расположением фланцев коленчатых валов. Это обеспечивает высокую эффективность и надежность процесса обработки, что является главным преимуществом данного устройства.

Представленное устройство (рис.1) состоит из корпуса 1, который содержит сквозные продольные отверстия для крепления к фланцу коленчатого вала с помощью болтового соединения. Также в корпусе имеется центровое отверстие, которое служит для поджатия центром задней бабки станка при шлифовании коренных шеек коленчатого вала. По окружности наружной периферийной поверхности корпуса присутствует т-образный паз, который используется для крепления поворотного стола 2 с помощью болтового соединения. Дополнительно, в периферийной части корпуса находятся резьбовые отверстия (не менее трех, но достаточно четырех), предназначенные для установки регулировочных болтов 4. Поворотный стол, в свою очередь, обладает двумя т-образными пазами в торцевой части, которые также используются для крепления двух мостиков 3 с центровыми отверстиями.

На рис.2 изображен корпус предлагаемого устройства с указанием сквозных продольных отверстий (5) и т-образного паза (6), используемых для крепления поворотного стола 2 при помощи болтового соединения.

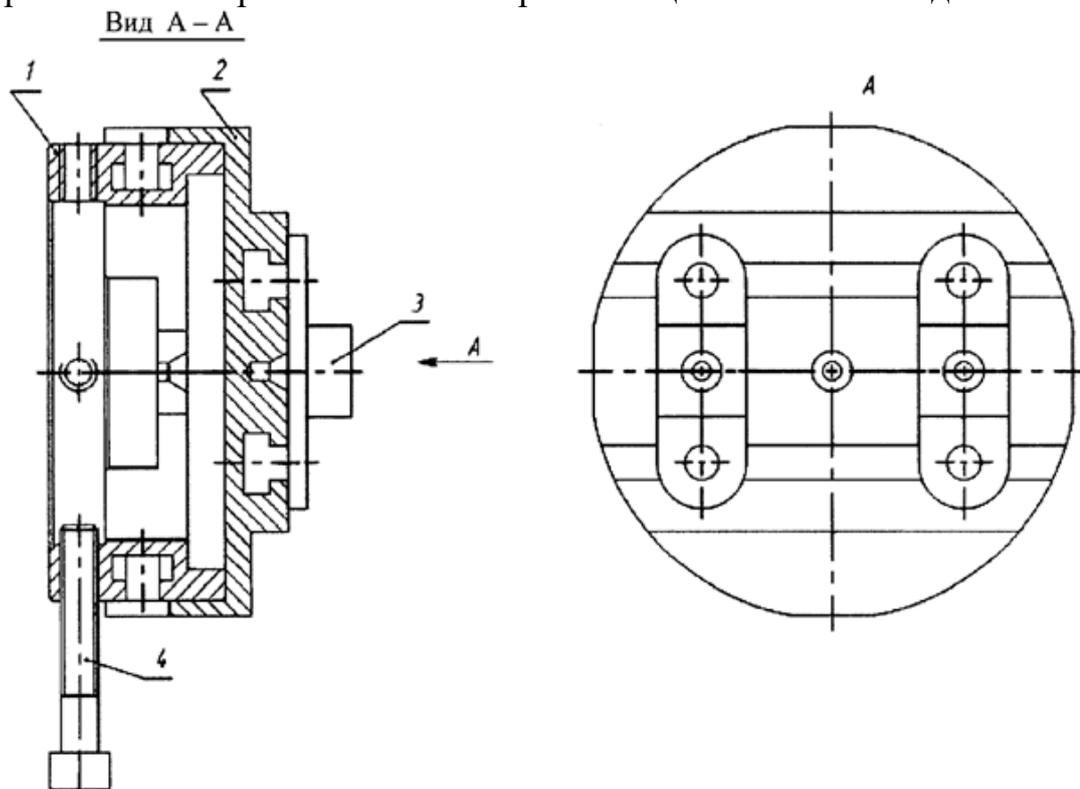


Рисунок 1 – Устройство

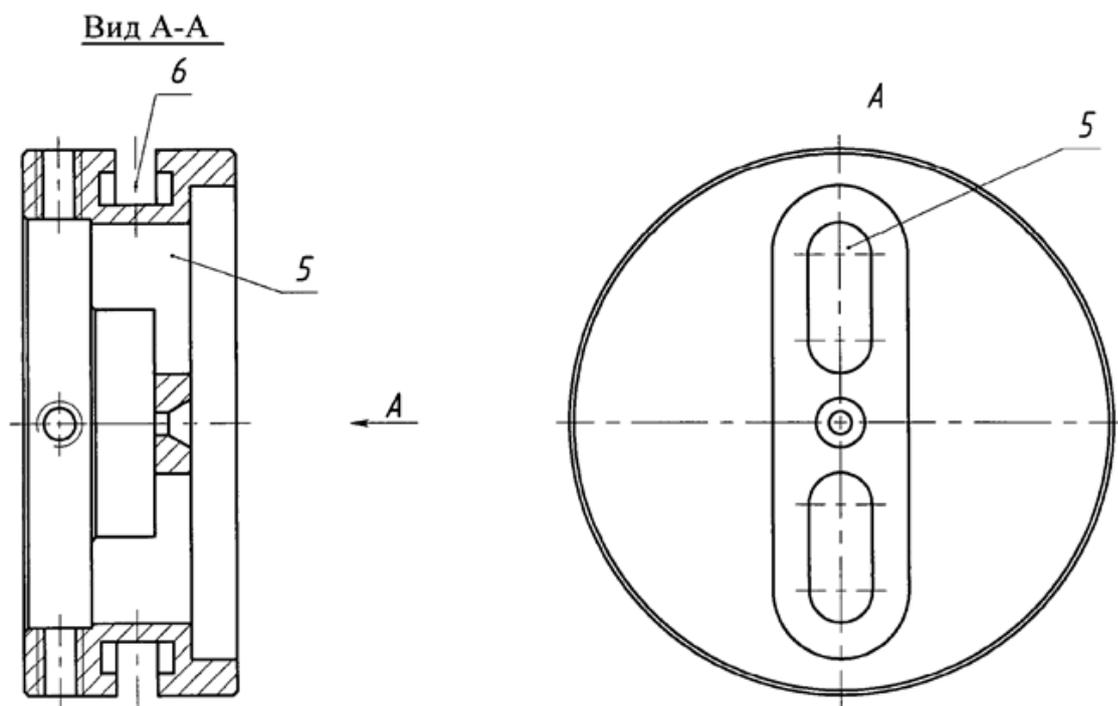


Рисунок 2 – Корпус устройства

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. Предварительные результаты оценки надежности тракторов МТЗ-82 / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2000. – С. 56-59.
2. Киприянов, Ф.А. Подготовка тракторного парка к проведению полевых работ путем применения рациональных ремонтно-технических воздействий / Ф.А. Киприянов, А.В. Закрепин. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное, 2002. – С. 83-84.
3. Закрепин, А.В. Исследование износостойкости деталей ресурсных сопряжений двигателей Д-240 и их модификаций / А.В. Закрепин, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока: сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА; 2002. – С. 65-67.
4. Киприянов, Ф.А. К вопросу о повышении надежности тракторов / Ф.А. Киприянов, В.Я. Сковородин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – 2000. – С. 17-19.

5. Киприянов, Ф.А. Стратегия повышения эксплуатационной надежности / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России: сборник научных трудов ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001. – С. 37-40.
6. Киприянов, Ф.А. К вопросу о безотказности сельскохозяйственной техники / Ф. А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное, 1998. – С. 37.
7. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 1998 – С. 36.
8. Патент № 166325 Российская Федерация, МПК В23Р 19/02, В25В 27/073 (2006.01). Приспособление для запрессовки гильз цилиндров: № 2015147623: заявл. 05.11.2015: опубл. 20.11.2016 / Е.А. Берденников; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
9. Патент № 2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.05.2013 / Е.А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
10. Патент № 2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: № 2015147964: заявл. 06.11.2015: опубл. 01.06.2017 / Е.А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

## СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ ПРИКЛЕИВАНИЯ ПОЛУКОЛЬЦЕВЫХ НАКЛАДОК

*Рыбин Роман Юрьевич, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** предложенный способ восстановления цилиндрических поверхностей деталей машин через приклеивание чугунных полукольцевых накладок предлагает новый подход к восстановлению изношенных деталей с минимальным термическим воздействием. Используя чугунные кольца и электроэрозионную обработку для создания искусственной шероховатости на поверхностях, этот метод позволяет устранить необходимость термической обработки и снизить риск деформации детали. Процесс включает изготовление колец из чугуна, их разрезание на полукольцевые накладки, создание шероховатости на поверхностях, механическую обработку и приклеивание накладок с последующей фиксацией. Такой подход предлагает эффективное и экономически выгодное решение для восстановления цилиндрических поверхностей деталей машин с минимальными технологическими затратами и отличной прочностью клеевого соединения.*

***Ключевые слова:** восстановление цилиндрических поверхностей, приклеивание полукольцевых накладок, полукольцевые накладки, чугунные кольца, обработка, детали машин*

Повышение эффективности ремонтно-обслуживающих воздействий является одной из составляющих эффективного развития сельскохозяйственного производства [1-7]. Разработка технических устройств, обеспечивающих снижения трудоемкости конкретных ремонтных операций, позволит повысить качество капитального ремонта [8-10].

Изучение нового технологического метода восстановления цилиндрических поверхностей деталей в ремонтном производстве является актуальной задачей. В настоящее время существующие методы, такие как нанесение покрытий, электроконтактная приварка стальной ленты и использование ремонтных втулок ограничены своими недостатками. Они приводят к искривлению геометрической формы деталей из-за высокой температуры и требуют сложных процессов и больших затрат.

Для решения этой проблемы предлагается новый метод восстановления, основанный на применении металлических полукольцевых накладок. После предварительной механической обработки изношенных поверхностей детали, накладки устанавливаются на обработанную поверхность и

осуществляется термообработка. Толщина накладок учитывает допуск для шлифования до номинального размера. Затем накладки завариваются с приваркой к детали, образуя соединение с натягом. Для дополнительной крепости накладки закрепляются электрозаклепками по окружности. Этот метод уменьшает температурное влияние на деталь и предотвращает значительное искривление геометрической формы. Полукольцевая форма накладок позволяет применять их на поверхностях, ограниченных торцевыми поверхностями.

Существующий прототип, основанный на использовании клея для соединения накладок со шейками коленчатого вала, также успешно решает проблему искривления формы, но имеет недостатки в использовании стали для изготовления накладок. Требуется термическая обработка для достижения необходимой износостойкости, а после этого возникает потребность в механической обработке резанием для придания цилиндричности плоскости трения. Это приводит к дополнительным затратам и сложностям обработки стали.

Новый предложенный метод, на основе металлических полукольцевых накладок, позволяет избежать недостатков прототипа. Ненатуральная шероховатости на склеиваемых поверхностях достигается при помощи нарезания «рваной» резьбы, что обеспечивает хорошую сцепляемость адгезива и субстрата. Единственным недостатком этого метода является сложность применения резьбового резца на поверхностях деталей с конструктивными элементами, такими как щеки коленчатого вала.

Таким образом, новый метод восстановления цилиндрических поверхностей деталей при помощи металлических полукольцевых накладок предлагает эффективное технологическое решение с минимальным тепловым влиянием и отсутствием искривления геометрической формы. Он может быть широко применен в ремонтном производстве для восстановления деталей ограниченных торцевыми поверхностями.

Технической проблемой изобретения представляется разработка метода возобновления как наружных, так и внутренних цилиндрических поверхностей компонентов приклеиванием полукольцевых накладок, обеспечивающего:

- исключение потребности тепловой отделки заготовок полукольцевых накладок и хорошую обрабатываемость резанием;
- вероятность создания ненатуральной шероховатости по всей длине труднодоступных плоскостей деталей перед приклеиванием полукольцевых накладок.

Установленная проблема решается предлагаемым методом в последующей последовательности:

Производятся чугунные кольца, габариты коих избираются в зависимости от первоначальных диаметров внутренних или наружных возобновляемых поверхностей детали, остаточной толщины приклеенных полу-

кольцевых накладок после вероятной обработки резанием плоскостей трения, припусков на механическую отделку плоскостей трения.

При восстановлении цилиндрических поверхностей деталей, обладающих переходными галтелями с торцевыми поверхностями, на кольцах снимаются фаски, предотвращающие при приклеивании полукольцевых накладок их соединение с поверхностями галтелей.

При необходимости в кольцах сверлятся технологические отверстия, например, под масляные каналы. Снимаются фаски в отверстиях.

На поверхностях колец, для которых учитывается нанесение клея, формируется искусственная шероховатость способом электроэрозионной обработки, сущность которой содержится в том, что при сближении электрода с деталью образуется импульсный разряд. Он способствует стремительному развитию локальных источников плавления, вызывающих гальваническую эрозию, как электрода, так и плоскости детали. Введение электрода может выполняться как механически, так и вручную. При соответствующих режимах термическое воздействие при электроэрозионной отделке столь мало, что не вызывает температурной деформации возделываемой поверхности. Электроэрозионная переработка сможет изготавливаться как на поверхностях колец, так и на поверхностях полукольцевых накладок, полученных путем разрезания колец.

При восстановлении цилиндрической поверхности детали, кольца разрезаются на две полукольцевые накладки с помощью углошлифовальной машинки, используя абразивный диск. При этом выполняется механическая обработка резанием, чтобы восстановить поверхность до диаметра, равного внутреннему или наружному диаметру полуколец.

На поверхности детали, а также на поверхности полукольцевых накладок, создается ненастоящая шероховатость с помощью электроэрозионной обработки, чтобы обеспечить лучшую адгезию.

Для проверки существования зазора в двух стыках накладок, полукольцевые накладки прикладываются и прижимаются к плоскости детали. Если зазор составляет 0,2 ... 0,3 мм, то выполняется механическая отделка стыковых плоскостей накладок. Если же зазора нет, то отделка не требуется.

Для приклеивания полукольцевых накладок, они предварительно обезжириваются и приклеиваются с достаточным приложением усилия к подготовленной цилиндрической поверхности детали, которая также должна быть обезжирена 1 (рис. 1, 2, 3 и 4).

После установки полукольцевых накладок, клей будет заполнять поры поверхностей, для которых была создана искусственная шероховатость. Поэтому, ради увеличения крепости клеевого соединения нужно периодически дополнительно наносить клей в стыках накладок и вдоль их торцевых поверхностей до прекращения процесса впитывания клея. После затвердевания клея в участках проклеивания 3 (рис. 1, 2, 3 и 4) не должно

сохраниться непроклеенных участков промеж поверхностями полукольцевых накладок и обработанными поверхностями детали, а в стыках накладок обязан оставаться бугор (валик) застывшего клея.

После конечного затвердевания клея выполняется механическая обработка восстанавливаемой плоскости детали с обеспечением нужного размера и шероховатости.

Таким образом, представляемый метод восстановления цилиндрических поверхностей деталей машин решает техническую задачу, определенную выше. Во-первых, применение чугуна в качестве болванки для изготовления полукольцевых накладок, ликвидирует потребность тепловой обработки, так как чугун имеет необходимой твердостью для обеспечения требуемой износостойкости восстановленной поверхности детали. отдельные марки чугунов, например, серые чугуны, неплохо обрабатываются резанием. Во-вторых, применение электроэрозионной обработки упрощает подвод электрода к труднодоступным поверхностям, особенно при подаче электрода вручную, из-за отсутствия необходимых контактных усилий при соприкосновении с деталью, вдобавок при подаче электрода вручную, если это необходимо, вероятно отказаться от жесткого закрепления элемента или полукольцевых накладок и придания им вращательного движения, а значит - от использования токарно-винторезного станка, как при нарезании «рваной» резьбы.

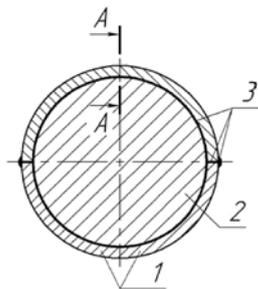


Рис. 1. Схема клеевого соединения при восстановлении наружной цилиндрической поверхности детали в поперечном сечении

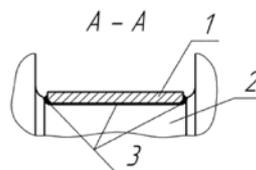


Рис. 2. Схема клеевого соединения при восстановлении наружной цилиндрической поверхности детали в продольном сечении

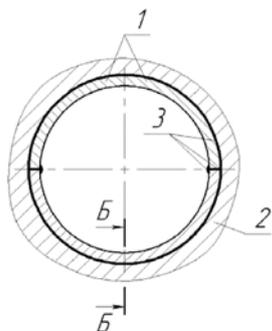


Рис. 3. Схема клеевого соединения при восстановлении внутренней цилиндрической поверхности детали в поперечном сечении

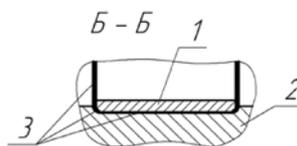


Рис. 4. Схема клеевого соединения при восстановлении внутренней цилиндрической поверхности детали в продольном сечении

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. Предварительные результаты оценки надежности тракторов МТЗ-82 / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса. Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2000. – С. 56-59.
2. Киприянов, Ф.А. Подготовка тракторного парка к проведению полевых работ путем применения рациональных ремонтно-технических воздействий / Ф.А. Киприянов, А.В. Закрепин. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное, 2002. – С. 83-84.
3. Закрепин, А.В. Исследование износостойкости деталей ресурсных сопряжений двигателей Д-240 и их модификаций / А.В. Закрепин, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Эффективные технологии в молочном животноводстве и переработке молока. Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2002. – С. 65-67.
4. Киприянов, Ф.А. К вопросу о повышении надежности тракторов / Ф.А. Киприянов, В.Я. Сквородин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – 2000. – С. 17-19.
5. Киприянов, Ф.А. Стратегия повышения эксплуатационной надежности / Ф. А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. Сборник научных трудов ВГМХА. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001. – С. 37-40.
6. Киприянов, Ф.А. К вопросу о безотказности сельскохозяйственной техники / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса. Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда – Молочное, 1998. – С. 37.
7. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 1998 – С. 36.
8. Патент № 166325 Российская Федерация, МПК В23Р 19/02, В25В 27/073 (2006.01). Приспособление для запрессовки гильз цилиндров: № 2015147623: заявл. 05.11.2015: опубл. 20.11.2016 / Берденников Е.А.; за-

явитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина" ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

9. Патент № 2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.05.2013 / Е. А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

10. Патент № 2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: № 2015147964: заявл. 06.11.2015: опубл. 01.06.2017 / Е.А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская Государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.

**УДК 62.771**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ**

*Рыбин Роман Юрьевич, студент-бакалавр  
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** изучение технико-экономической долговечности машин является важным аспектом для оптимизации процессов эксплуатации техники. Анализ эксплуатационных затрат, определение рациональных сроков службы и использование резервных машин для оптимизации производственных процессов позволяют эффективно управлять парком техники и снижать общие затраты на ее эксплуатацию. Создание математических моделей для определения оптимальных режимов работы резервной техники также играет важную роль в повышении эффективности производства.

**Ключевые слова:** технико-экономическая долговечность, срок службы, эксплуатация, нецелесообразность, физическая долговечность, моральная долговечность, качество изготовления, качество эксплуатации, качество ремонта, экономическая ситуация

Технико-экономическая долговечность – это срок службы машины, после истечения которого ее дальнейшая эксплуатация становится экономически нецелесообразной. Существуют также физическая и моральная долговечность. Физическая долговечность – это срок службы машины без

необходимости капитального ремонта, а моральная долговечность – это срок службы машины, после истечения которого становится невыгодным использование данной марки машины из-за появления более производительных машин того же класса [1-10].

Определение долговечности машин зависит от трех основных факторов: качества изготовления, качества эксплуатации и качества ремонта. Экономическая ситуация в различных секторах, таких как агропромышленный комплекс и машиностроение, также оказывает значительное влияние на эти факторы. Поэтому периодически необходимо пересматривать установленные сроки службы машин.

Затраты на использование машины можно разделить на две основные категории: эксплуатационные затраты и амортизационные затраты. Эксплуатационные расходы включают затраты на горюче-смазочные материалы, заработную плату механизаторам, заменяемые детали и проведение технического обслуживания и ремонтов. Исследования показывают, что эксплуатационные затраты возрастают с течением срока службы машины. Амортизационные затраты – это стоимость машины, перенесенная на производимую при ее использовании продукцию. Они рассчитываются через годовые нормы амортизации и убывают по мере увеличения срока службы машины.

При сложении удельных амортизационных и эксплуатационных затрат получается кривая линия, вогнутая вниз. Точка минимума этой функции определяет рациональную долговечность машины. Чтобы определить точку минимума, можно использовать статистическую обработку данных по заменяемым деталям и горюче-смазочным материалам.

Однако определение эксплуатационных затрат может быть сложной задачей. В настоящее время многие хозяйства не проводят капитальные ремонты машин и ремонтируют их по мере необходимости. Это связано с нарушением системы кооперации хозяйств с ремонтными предприятиями. Поэтому в данной методике определения технико-экономической долговечности машины предлагается учитывать только изменяющиеся со временем затраты, такие как затраты на ремонт и горюче-смазочные материалы.

Итак, установление рационального срока службы машины без определения ее физической долговечности возможно путем статистической обработки данных по заменяемым деталям и горюче-смазочным материалам. Учет постоянных затрат, не зависящих от времени, не оказывает влияния на определение рационального срока службы машины.

После проведения необходимых исследований, включающих в себя сбор данных о необходимых затратах и их статистико-вероятностный анализ, было получено среднее значение технико-экономической долговечности тракторов Т-150К, используемых в ГУСП "Молочное" Вологодской области – 11,3 года [1-10].

Полученный результат говорит о том, что, если исследуемые тракторы по истечении срока, соответствующего полученному значению, будут выполнять тот же объем работ, который они выполняли в течение этого срока, то это будет экономически нецелесообразно. Однако, вышесказанное не означает, что тракторы с истекшим оптимальным сроком службы обязательно нужно списывать или продавать. Такие тракторы могут не только служить источником запасных частей (за счет деталей с не выработанным ресурсом), но при необходимости позволяют создать резерв. Особенно эта роль старой техники заметна в регионах с резко выраженной сезонностью растениеводства. Резервные машины (иногда в нарушение установленного порядка списания) поддерживались в работоспособном состоянии и использовались при производственной необходимости, зарабатывая за сезон 150-200 часов [1-10]. То есть, условием для эксплуатации резервных машин является пониженная энергоемкость и пониженные требования к непрерывности технологического процесса.

В дальнейшем, с целью обеспечения наиболее рациональных режимов работы резервных машин планируется создать математическую модель, которая на основе имеющихся данных по эксплуатационным затратам позволит вычислить наиболее рациональные масштабы работ для резервной техники. В данном случае резервирование будет рассматриваться как искусственное снижение темпа роста эксплуатационных затрат за счет снижения объемов работ. Связывающим звеном будет служить функция (или коэффициент), показывающая зависимость между эксплуатационными затратами и объемом выполняемых работ. В конечном итоге мы получим значения объемов работ для последующих годов использования резервных тракторов.

### Список литературы

1. Киприянов, Ф.А. К вопросу о повышении надежности тракторов / Ф.А. Киприянов, В.Я. Сквородин. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. – 2000. – С. 17-19.
2. Киприянов, Ф.А. Стратегия повышения эксплуатационной надежности / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России. Сборник научных трудов ВГМХА. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001. – С. 37-40.
3. Киприянов, Ф.А. К вопросу о безотказности сельскохозяйственной техники / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда – Молочное, 1998. – С. 37.

4. Киприянов, Ф.А. Безотказность сельскохозяйственной техники, как один из показателей надежности. Сложности, возникающие при определении показателей надежности / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Перспективные направления научных исследований молодых ученых Северо-запада России: Сборник тезисов межвузовской научно-технической конференции молодых ученых. – 1999. – С. 29-30.
5. Киприянов, Ф.А. Повышение эффективности предупредительного ремонта / Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Научная жизнь. – 2017. – № 9. – С. 6-11.
6. Патент № 2481940 Российская Федерация, МПК В24В 5/42 (2006.01). Универсальный фланцевый центросместитель: № 2011134100/02: заявл. 12.08.2011; опубл. 20.05.2013 / Е.А. Берденников. – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
7. Шушков, Р.А. Оптимальное распределение ремонтно-обслуживающих воздействий между предприятиями технического сервиса АПК / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Материалы ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Сельскохозяйственные науки. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2008. – С. 90-94.
8. Шушков, Р.А. О целесообразности создания универсальных ремонтных предприятий / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 172-174.
9. Патент № 2621209 Российская Федерация, МПК В23Q 3/02 (2006.01). Универсальная оправка для установки V-образных блоков цилиндров: № 2015147964: заявл. 06.11.2015; опубл. 01.06.2017 / Е.А. Берденников; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – 2 с.: ил. – Текст: непосредственный.
10. Берденников, Е.А. Определение долговечности сельскохозяйственной техники / Е.А. Берденников. – Текст: непосредственный // Совершенствование механизированного производства сельскохозяйственной продукции и научного обеспечения учебного процесса: Сборник научных трудов факультета механизации сельского хозяйства ВГМХА. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 1998. – С. 36.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ЗЕРНА  
В ЗЕРНОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ ПРИ УБОРКЕ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОТЫ ДВИГАТЕЛЯ КОМБАЙНА**

*Рыбин Роман Юрьевич, студент-бакалавр  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** предлагаемое устройство имеет несколько преимуществ. Во-первых, оно позволяет предварительно сушить зерно в зерноуборочном комбайне, что увеличивает его хранение и улучшает качество. Во-вторых, использование рекуперативных теплообменников позволяет эффективно использовать теплоту отработанных газов двигателя, что уменьшает энергозатраты на сушку зерна. В-третьих, равномерное распределение сушильного агента по большому объему зерна позволяет избежать его перегрева и сохранить качество семенного материала.*

***Ключевые слова:** сушка зерна, зерноуборочный комбайн, использование теплоты двигателя, качество семенного материала*

Повышение эффективности агропромышленного комплекса зачастую связано с совершенствованием технологий и технических средств в различных сферах деятельности сельскохозяйственного производства, от уборки зерновых и лубяных культур, до разработки технических решений в области кормления животных [1-10]. Рассматривая направления совершенствования уборочного процесса, как одного из важнейших этапов формирования кормовой базы, актуальным является использование теплоты двигателя для сушки зерна уже на стадии уборки.

Предлагаемо техническое решение относится к области сельского хозяйства и может быть использовано для предварительной сушки зерна в бункере самоходного зерноуборочного комбайна. Известна установка для подсушки влажного хлебостоя перед прямым комбайнированием, включающая самоходное шасси, на котором установлены вентилятор с двигателем, всасывающие и нагнетательные патрубки, генератор тепла в виде топki для сжигания соломы для подсушки влажного хлебостоя перед обмолом.

Установка представляет собой сооружение, оснащенное циклоном. Она включает в себя короб с полозьями, расположенными под боковыми стенками, предназначенные для установки ее на почве параллельно движению комбайна. Короб имеет открытую конструкцию с двух противоположных торцов спереди и сзади, а также снизу с нижней стороны, прилегающей к почве. Для изготовления короба используется листовый легкий материал, высота которого должна быть меньше средней высоты стеблей хле-

бостоя. Ширина короба равна ширине захвата комбайна, а его длина составляет от 20 до 30 метров.

Для установки короба на шасси используется подвесная штанга. Сверху к середине короба подсоединен коллектор с нагнетательным воздуховодом, который связан с вентилятором. Для создания циркуляции воздуха в установке вентилятор оснащен всасывающим патрубком, соединенным с выходным патрубком циклона. Входной патрубок циклона соединен с тангенциальным патрубком корпуса топки, предназначенного для отвода горячих дымовых газов.

Топка данной системы оборудована горизонтальной плитой, имеющей круглое сечение и арочные прорезы, направленные вверх. Прорезы формируют выпуклости, которые расположены в концентрических окружностях. Плита размещена концентрично по отношению к корпусу топки и имеет меньший диаметр, но подключена к нему снизу через нижнюю крышку. Кроме того, плита соединена с регулирующей заслонкой в нижней части топки через патрубок. Верхняя часть топки содержит патрубок для подачи соломы, а диск, соединенный с нижней кромкой патрубка, отстоит от плиты на расстоянии не менее  $1/4$  диаметра патрубка. Патрубок связан с питателем, установленным в верхней крышке топки, которая в свою очередь поддерживает бункер с соломой.

Для наблюдения и регулировки горения в боковых стенках корпуса, выше плиты, установлены смотровые окна. Патрубок для отвода горячих газов направлен тангенциально к корпусу и совпадает с направлением осей арочных прорезей в плите. Кроме того, нижняя крышка корпуса имеет патрубок для выгрузки тепла, а над ним прикреплен отражатель пепла и соломы, выполненный в виде усеченного конуса. Отражатель ориентирован меньшим основанием вниз и содержит арочные прорезы, направленные вниз и совпадающие с направлением осей прорезей в плите топки.

Внутри цилиндрического корпуса топки, на его внутренних стенках, прикреплены винтовые ленты, наклоненные вниз под углом  $45^\circ$  к стенкам. Они размещены противоположно направлению вращения потока воздуха при его выходе из арочных прорезей плиты, а также содержат арочные прорезы, направленные вниз и совпадающие с направлением арочных прорезей в отражателе пепла и соломы.

Недостатками данного устройства является сложность установки, требование дополнительного самоходного шасси и высокая пожароопасность, особенно при использовании топки в сухое и теплое время года.

Сушильная камера для сушки зерна в зерноуборочном комбайне состоит из цилиндрического корпуса с перфорированными чередующимися центробежными и центростремительными воронками. Входной патрубок камеры связан со средством подачи сушильного агента, а выходной патрубок – с отводящим устройством, шнеком зерна и отводящим средством для зерна. Центробежные воронки ориентированы вершинами вверх, а центро-

стремительные – вершинами вниз. Перфорации воронок выполнены в виде арочных прорезей: на центробежных – по концентрическим окружностям с тангенциально направленными осями, а на центростремительных – на периферии с тангенциально направленными осями и радиально направленными осями от периферии к центру в середине и в центре. Угол наклона образующей центростремительных воронок составляет 2-4 раза больше угла естественного откоса обрабатываемого материала [8].

Недостатками данного устройства является сложность установки, повышенное травмирование зерновой массы и наличие дополнительной сушильной камеры.

Известна зерноуборочная машина, которая включает в себя жатку, питающий пневмотранспортер с нагнетательным вентилятором и двигатель. Основной целью разработчиков данной машины было повышение ее универсальности для сбора урожая во влажных условиях. Для этого машина была оснащена сушильным устройством с отверстиями и дополнительным вентилятором.

Сушильное устройство снабжено отверстиями и установлено над питающим транспортером. Патрубок дополнительного вентилятора соединен с выхлопной трубой двигателя, а нагнетательный патрубок разделен на два канала - один из них соединен с сушильным устройством, а другой расположен в зоне схода массы на пневмотранспортере.

Однако, недостатком данного изобретения является подача горячих отработанных газов, содержащих токсичные и канцерогенные вещества, на зерновую массу, которая является продуктом питания. Это может привести к нежелательным последствиям и потенциальному ущербу для здоровья людей, потребляющих продукцию, полученную с помощью этой машины.

Также есть устройство – бункер зерноуборочного комбайна. В данном изобретении присутствует устройство для подачи и распределения зерна, а также сушильный канал, связанный с системой приготовления и подачи сушильного агента. Дополнительно, имеются средства для отвода отработанного воздуха, и часть этих средств выполнена в виде перфорированных каналов, которые способствуют равномерности сушки зерна. Перфорированные каналы, выполняющие функцию отвода воздуха, представлены в виде трубы и оснащены приводами для вращения и ворошилками.

При использовании сушильного агента в зерноуборочных комбайнах могут возникать некоторые проблемы. Непосредственная подача подогретого воздуха в бункер комбайна, за счет теплоты системы охлаждения двигателя и отработавших газов, может привести к перегреву влажного зерна и невозможности получения качественного семенного материала. [1,2,3,6].

Для решения этой проблемы предлагается использовать специальное устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне. В данном устройстве в качестве сушильного агента используется воздух, который подогревается с помощью рекуперативных теплообменников.

Теплота для подогрева воздуха получается от охлаждающей жидкости, моторного масла и отработавших газов двигателя [4].

Однако стоит отметить, что температура отработанных газов на выходе из цилиндра двигателя достаточно высокая, что может вызвать, перегрев зерна. Поэтому сушильный агент, подогреваемый отработанными газами двигателя, подается на решета очистки зерна от пыли, где происходит предварительная сушка зерна. Благодаря такой схеме, сушильный агент равномерно распределяется по большому объему зерна, не нанося ему вред.

Для предварительной сушки льновороха при уборке в условиях повышенной влажности льноуборочным комбайном может быть использована полезная модель, которая также предназначена для использования в области сельского хозяйства [5, 7]. При использовании зерновой массы для корма животным применяются устройства для дозированной раздачи кормов [9, 10].

### Список литературы

1. Гайдидей, С.В. Использование теплоты двигателя для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 4(28). – С. 133-141.
2. Предварительная сушка зерна в комбайне / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей, П.С. Мартынов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2017. – № 7. – С. 6-7.
3. Патент на полезную модель № 169186 U1 Российская Федерация, МПК А01D 41/133. Устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при уборке с использованием теплоты двигателя комбайна № 2016128016: заявл. 11.07.2016: опубл. 09.03.2017 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
4. Патент на полезную модель № 163625 U1 Российская Федерация, МПК А01D 41/133. Устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при уборке с использованием теплоты двигателя комбайна: № 2015132420/13: заявл. 03.08.2015: опубл. 27.07.2016 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, П.С. Мартынов; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.
5. Патент на полезную модель № 173419 U1 Российская Федерация, МПК А01D 45/06. Льноуборочный комбайн: № 2017112593: заявл. 12.04.2017: опубл. 28.08.2017 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова [и др.]

заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

6. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефиров, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 3.

7. Предварительная подсушка льна / И.В. Зефиров, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей [и др.]. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2018. – № 5. – С. 12-13.

8. Патент РФ 2048054, МПК А01D82/00, F26B17/00. Установка для подсушки влажного хлебостоя перед прямым комбайнированием / И.П. Слободяник: заявлено 14.08.1992; опубл. 20.11.1995.). – Текст: непосредственный.

9. Патент на полезную модель № 158041 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2015135594/13: заявл. 21.08.2015; опубл. 20.12.2015 / И.В. Зефиров, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

10. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018; опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефиров, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – Текст: непосредственный.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
ФЕРРОАБРАЗИВНЫХ ПОРОШКОВ  
ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

*Сакович Алексей Олегович, студент-специалист  
Войтёнок Александр Сергеевич, студент-специалист  
Акулович Леонид Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
Сергеев Леонид Ефимович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО БГАТУ г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** методы финишной обработки деталей сельскохозяйственных машин подвижно-скоординированными абразивными частицами основаны на создании режущего контура инструмента путем самоустановливания абразивных частиц по контуру обрабатываемой поверхности, копируя ее геометрию. В статье представлены результаты исследований режущей способности ферроабразивных порошков.*

***Ключевые слова:** магнитно-абразивная обработка, ферроабразивный порошок, режущая способность*

*Введение*

Одним из перспективных способов финишной абразивной обработки деталей сельскохозяйственных машин является магнитно-абразивная обработка (МАО). Контур режущего инструмента (ферроабразивная щетка) в зазоре между обрабатываемой поверхностью и полюсным наконечником электромагнита формируется из ферроабразивного порошка (ФАП) силами магнитного поля при наличии смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС). Поскольку ФАП находится в подвижно-скоординированном состоянии, это позволяет управлять жесткостью режущего инструмента путем регулирования величиной магнитной индукции [1-3].

ФАП должен обладать высокими режущими свойствами, стойкостью, способностью обработать все элементы поверхностей сложного профиля за один проход. В качестве ФАП применяют большое количество материалов, которые имеют различные свойства. К первому типу относятся порошки, изготовленные из более твердых материалов, чем обрабатываемый материал, например, чугунная дробь, порошки ферросплавов. Ко второму типу - порошки, которые состоят из ферромагнитной матрицы и абразивного наполнителя, распределенного по всему объему частиц. Третий тип представляет собой порошки с ферромагнитной матрицей, покрытые слоем абразива. Стойкость частиц с такой структурой определяется прочностью сцепления абразива с ферромагнитной матрицей. Структуру

порошка четвертого типа имеют абразивы с несколькими поверхностями разного состава, расположенными на поверхности частиц ФАП. Порошки пятого типа состоят из магнитного ядра, полностью покрытого абразивным материалом, что позволяет полностью исключить контакт этого ядра с обрабатываемыми поверхностями, поскольку они обладают наиболее высокой режущей способностью и стойкостью.

Установлено, что на качество обработанной поверхности существенное влияние оказывает форма частиц ФАП, материал и состояние режущих кромок порошка. Форма частиц порошка зависит от способа их получения и бывает сферической, округлой, нитевидной, губчатой, угловатой, осколочной, хлопьевидной, дендритной, чешуйчатой, пластинчатой, дискообразной, кораллоподобной и других форм. На рисунке 1 представлены фотографии форм некоторых частиц порошка.

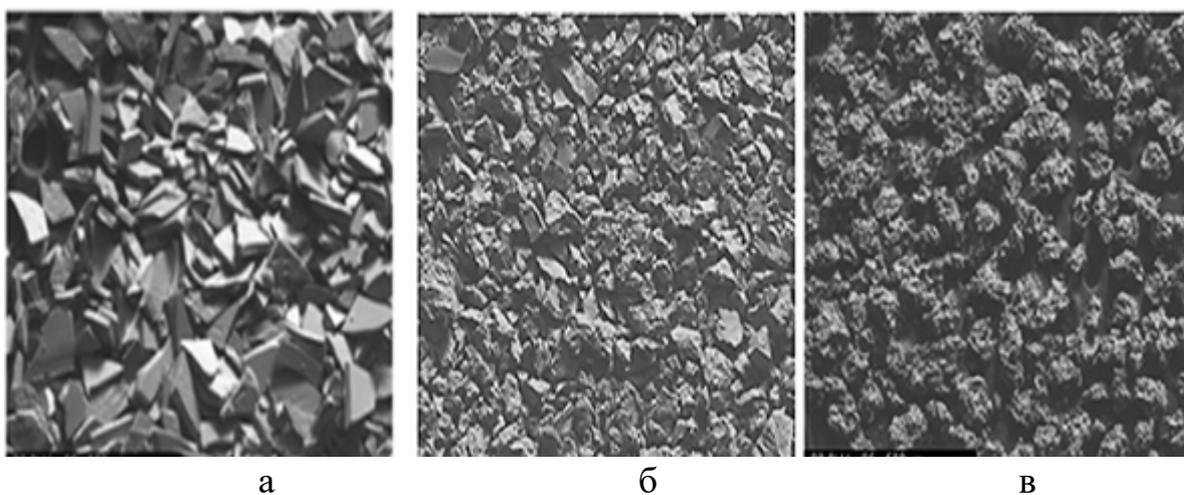


Рисунок 1 – Формы частиц порошка:  
а – пластинчатая, б – осколочная, в – губчатая

Анализ существующих технологий изготовления ФАП и применяемых для них материалов показал, что их оценка носит стохастический характер. В настоящее время практически не проводились испытания работоспособности порошков для различных материалов, отсутствуют критерии оптимального выбора тех или иных деталей в качестве моделей и не выявлены области рационального использования каждой из них. Цель исследования заключается в изложении результатов режущей способности ФАП.

#### *Основная часть*

Для повышения эффективности МАО деталей сельскохозяйственных машин, состоящих из материалов с различными физико-механическими и магнитными свойствами, необходим инструмент – ферроабразивный порошок. В связи с этим при выборе ФАП требуется предусматривать наличие составляющих, обеспечивающих качественную обработку каждого элемента поверхностей деталей. Для исследований были использованы

ФАП (патенты Республики Беларусь № 8085, № 11082, № 6028, № 7136 и композиционный порошок Ж15КТ ТУ 6-09-03-483–81 на основе железа, включающий около 15% карбида титана). С их помощью осуществлялась магнитно-абразивная обработка различных поверхностей и сравнивалась режущая способность.

*Полученные результаты:*

*1) Исследование режущей способности ФАП на основе  $(Cr,Fe)_7C_3$  при обработке алюминиевых и черных сплавов*

Для исследования были выбраны порошки, полученные распылением водой расплавов на основе  $(Cr, Fe)_7C_3$ , содержащего 2,7÷3,5 % C, 12÷14 % Cr, 3,8÷5,2 % V, 2,5÷3,5% Si, 1÷1,2 % B. Ввиду высоких значений поверхностного натяжения металлических расплавов, образующиеся из железа зерна порошка в основном приобретают сферическую форму (рисунок 2).

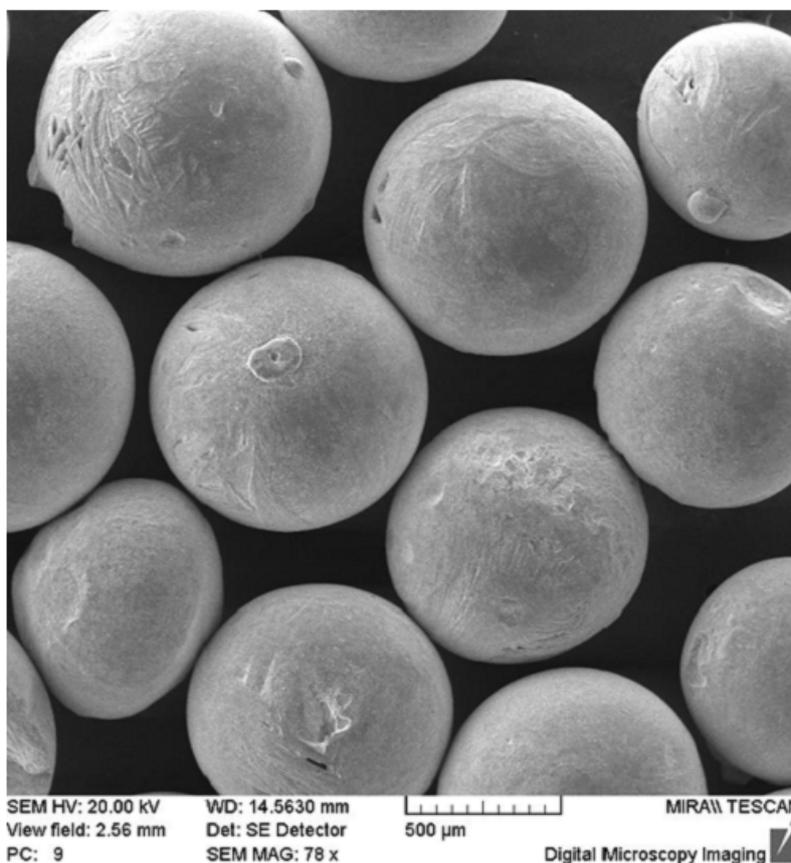


Рисунок 2 – Фотография формы зерен ФАП на основе  $(Cr,Fe)_7C_3$

Установлено, что высокая стойкость в условиях абразивного изнашивания типа микрорезания сплава  $(Cr,Fe)_7C_3$  объясняется наличием в структуре значительного количества (2÷50%) твердых карбидных включений. Количество, тип и твердость карбидной фазы определяются содержанием и соотношением углерода и хрома. Для достижения максимальной износостойкости и удовлетворительной прочности чугуна содержание углерода должно составлять 2,8÷3,5%, а хрома – 12÷18%. Особенностью его

структуры является наличие карбидных фаз двух типов. Металлическая основа ФАП состоит из мартенсита и остаточного аустенита. Микротвердость ферромагнитной составляющей находится в пределах 6310÷6350 МПа, а первичных карбидов – 12150÷12400 МПа. Остаточный аустенит в этом сплаве метастабилен. Так после МАО медных стержней МЗ в течение 4 мин микротвердость матрицы ФАП возрастает до 6700÷6800 МПа, а стали ШХ15 – в течение 2 мин до 7000÷7100 МПа. Абразивные зерна, внедряясь в обрабатываемый материал, осуществляют своими микровыступами процесс резания поверхностного слоя. Повышению режущей способности ФАП должно способствовать обнажение из более мягкой ферромагнитной основы зерен абразивных компонентов. Этого можно достигнуть путем химического травления ФАП. В качестве травителя использовали 25 %-й раствор «царской водки» в воде. Продолжительность травления составляла 180 минут и исследовалась возможность повышения режущей способности ФАП. Распыленные порошки на основе  $(Cr,Fe)_7C_3$  обладают высокими экологическими характеристиками. На обработанных поверхностях изделий практически не остается следов загрязнений, что объясняется отсутствием свободного углерода. Такие порошки характеризуются постоянным повышением твердости ферромагнитной матрицы в процессе обработки, что приводит к их высокой износостойкости и прочности абразивной и магнитной составляющих.

Разработанный ФАП является перспективным инструментом как для полирования, так и для процесса абразивного резания. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Качество и производительность магнитно-абразивной обработки с использованием ФАП на основе  $(Cr,Fe)_7C_3$

Ферроабразивный порошок	Параметры качества	Марка обрабатываемого материала			
		Д16		ШХ-15	
		Длительность полирования, с			
		60	180	60	180
на основе $(Cr,Fe)_7C_3$	$R_a$ , мкм	0,3÷0,4	0,25÷0,4	0,15÷0,2	0,1÷0,15
	$\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)	0,05	0,15	0,05	0,18
на основе $(Cr,Fe)_7C_3$ с отжигом при $t = 550^\circ\text{C}$	$R_a$ , мкм	0,35÷0,45	0,3÷0,4	0,15÷0,25	0,1÷0,2
	$\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)	0,07	0,2	0,1	0,25
на основе $(Cr,Fe)_7C_3$ с травлением «царской водкой»	$R_a$ , мкм	0,4÷0,5	0,3÷0,4	0,2÷0,25	0,1÷0,3
	$\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)	0,07	0,2	0,05	0,25

Исследование проводили при следующих режимах: скорость резания,  $V_p = 1\div 1,5$  м/с; магнитная индукция,  $B = 0,8\div 1,2$  Тл; амплитуда осцилляции,  $A = 2$  мм; величина рабочего зазора,  $\delta = 1\div 3$  мм. В качестве образ-

цов использовали втулки  $D \times d \times l = 36 \times 29 \times 32$  мм, сталь – ШХ-15, твердость  $52 \div 62$  HRC и  $D \times d \times l = 36 \times 34 \times 32$  мм, алюминиевый сплав – Д-16. Исходная шероховатость поверхности данных образцов составляет  $R_{a1} = 1,6 \div 2,5$  мкм. Следует отметить отсутствие визуального наблюдаемого потемнения поверхности деталей в рабочей зоне в отличие от применяемых Ж15КТ.

2) *Исследование режущей способности ФАП на основе аморфных металлических сплавов при обработке черных и цветных металлов*

Склонность к образованию аморфного металлического сплава определяется кинетикой процесса зарождения или кинетикой ранних стадий роста кристаллов и поскольку скорость закалки ( $\sim 10^6$  К/с) протекает быстро, то теплота конденсации эффективно отводится на данный момент только через тонкую пленку. Поэтому полностью аморфные металлические расплавы представляют собой фольгу  $CoBSiNiMnFe$  толщиной 10–20 мкм, полученную методами сплитинга или спиннингования ленты путем непрерывной расплавки состава. Отсюда возникает ограничение размеров образцов и исходным материалом для создания ФАП является лента, полученная путем закалки из расплава. Форма этих зерен в случае измельченного порошка представляет собой неправильные многогранники, рисунок 1,а. Образцами служили заготовки из стали ШХ15,  $58 \div 62$  HRC, меди МЗ и алюминиевого сплава Д16. В качестве ФАП применялся Ж15КТ, размер зерна,  $\Delta = 100/315$  мкм, СОТС – СинМА-1 ТУ38.5901176–91, 5 %-й водный раствор. Параметры и режимы МАО: магнитная индукция,  $B = 1$  Тл; величина рабочего зазора,  $\delta = 1$  мм; скорость резания,  $V_p = 1,5$  м/с; скорость осцилляции,  $V_o = 0,1$  м/с; время обработки,  $t = 60$  с; коэффициент заполнения рабочего зазора,  $K_z = 1$ ; амплитуда осцилляции,  $A = 1$  мм. Исходная шероховатость всех образцов до обработки МАО составляет  $R_{a1} = 1 \div 1,6$  мкм, выходными показателями являлись достигаемая шероховатость,  $R_{a2}$ , мкм и величина удельного массового съема материала,  $\Delta G$ , мг/(см<sup>2</sup>·мин). Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качество и производительность магнитно-абразивной обработки цветных металлов с использованием ФАП на основе аморфных металлических сплавов

Вид ферроабразивного порошка	Обрабатываемый материал	Достижимая шероховатость, $R_{a2}$ , мкм	Величина удельного массового съема, $\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)
на основе аморфного металлического сплава	МЗ	0,08	0,25
	Д16	0,1	0,26
	ШХ15	0,09	0,18
Ж15КТ	МЗ	0,11	0,34
	Д16	0,12	0,29
	ШХ15	0,07	0,54

Анализ полученных результатов показывает, что режущая способность ФАП на основе аморфных металлических сплавов имеет пониженные показатели в сравнении с Ж15КТ для легированной стали ШХ15. Это объясняется меньшими по значению величинами физико-механических характеристик типа твердости, что характерно для абразивных материалов. Однако применение таких ФАП для финишной обработки цветных сплавов показало, что эффективность их использования является высокой.

*3) Исследование режущей способности ФАП на основе быстрорежущей стали Р6М5 при обработке цветных сплавов*

Состав шламовых отходов стали Р6М5 с остатками СОТС на водной основе (%): металлическая микростружка – до 50, неметаллических включений – до 30, остаток СОТС – до 20; с остатками СОТС в виде индустриального масла И12, И20 ГОСТ 20799–88: металлическая микростружка – до 70, неметаллических включений – до 5, остатков масла – до 25. Полученный в результате сушки и сепарации данный ФАП представляет собой мелкодисперсные зерна быстрорежущей стали Р6М5. Они обладают достаточно высокими магнитными свойствами, которые в сравнении с Ж15КТ отличаются не более чем на 10÷15 %. Зерна ФАП представляют собой микростружку, обладающую ярко выраженным зубчатым микрорельефом в виде острых граней, многочисленных зазубрин и микронеровностей поверхности. Их форма: изогнутая – около 50 %, вытянутая – около 30 % и осколочная – около 20 %. Толщина зерен колеблется в пределах 2÷20 мкм, длина – 5÷130 мкм. Микроструктура зерен состоит из мартенсита отпущенного, остаточного аустенита и карбидов. Использование ФАП из отходов стали Р6М5 позволяет резко снизить стоимость материалов для МАО по сравнению со стоимостью Ж15КТ.

Проведенные исследования показали, что наиболее целесообразно его применение для обработки черных и цветных сплавов. Технологические параметры и режимы: величина магнитной индукции,  $B = 1$  Тл; скорость резания,  $V_p = 1\div 2$  м/с; скорость осцилляции,  $V_o = 0,2$  м/с; амплитуда осцилляции,  $A = 1$  мм; величина рабочего зазора,  $\delta = 1$  мм; коэффициент заполнения рабочего зазора,  $K_z = 1$ ; время обработки,  $t = 60$  с. Исходная шероховатость всех представленных образцов –  $R_{a1} = 1,6\div 2,2$  мкм. Качество обработки оценивалось по показателям достигнутой шероховатости  $R_{a2}$ , мкм и светоотражательной способности поверхностного слоя,  $(\Phi)$ , %. Производительность – по величине удельного массового съема материала,  $\Delta G$ , мг/(см<sup>2</sup>·мин). Образцы для обработки черных металлов втулки  $D \times d \times L = 36 \times 29 \times 32$  мм. Материал – ШХ-15, 55÷60 HRC, СОТС – СинМА-1 ТУ 38.5901176–91, 2 %-й водный раствор. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Качество и производительность магнито-абразивной обработки стали ШХ15 с использованием ФАП на основе быстрорежущей стали Р6М5

Вид ферро-абразивного порошка	Микротвердость зерен, ГПа	Размер зерен, мм	Удельный массовый съём материала, $\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)	Достигнутая шероховатость поверхности, $R_{a2}$ , мкм
Ж15КТ	12÷13	0,16/0,2	0,12	0,11÷0,14
Р6М5	10÷11	0,16/0,2	0,08	0,09÷0,12

Использование ФАП на основе быстрорежущей стали Р6М5 в отличие от Ж15КТ, который при обработке цветных металлов придает слою детали темный или матовый оттенок, позволяет получать блестящую поверхность.

Таблица 4 – Качество и производительность магнито-абразивной обработки цветных сплавов с использованием ФАП на основе быстрорежущей стали Р6М5

Обрабатываемый материал	Ферро-абразивный порошок	Размер зерна, мм	Удельный массовый съём материала, $\Delta G$ , мг/(см <sup>2</sup> ·мин)	$R_{a2}$ , мкм	Светоотражательная способность, Ф, %
Медь М3	Ж15КТ	0,16/0,2	0,16	0,4÷0,5	40÷50
	Р6М5	0,16/0,2	0,1	0,1÷0,2	65÷75
Бронза БрАЖ9-4	Ж15КТ	0,16/0,2	0,11	0,3÷0,5	45÷55
	Р6М5	0,16/0,2	0,09	0,1÷0,15	70÷75
Латунь Л63	Ж15КТ	0,16/0,2	0,16	0,4÷0,6	50÷55
	Р6М5	0,16/0,2	0,14	0,08÷0,12	70÷80
Алюминий Д16	Ж15КТ	0,16/0,2	0,09	0,6÷0,7	55÷65
	Р6М5	0,16/0,2	0,07	0,3÷0,4	70÷80

Образцы для обработки цветных металлов представляют собой цилиндрические заготовки, изготовленные из пруткового материала меди М3, бронзы БрАЖ9-4, латуни Л63, алюминия Д16. Размеры  $D \times L = 40 \times 60$  мм. СОТС – патент № 23142, 3 %-й водный раствор. Результаты исследований представлены в таблице 4.

#### *Заключение*

Результаты исследований показали, что представленные ферроабразивные порошки по сравнению с используемым композиционным порошком Ж15КТ обеспечивают более высокую производительность и качество обработки поверхностей деталей сельскохозяйственных машин.

### Список литературы

1. Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1981. – 326 с. – Текст: непосредственный.
2. Барон, Ю.М. Технология абразивной обработки в магнитном поле / Ю.М. Барон. – Ленинград: Машиностроение, 1975. – 128 с. – Текст: непосредственный.
3. Оликер, В.Е. Порошки для магнитно-абразивной обработки износостойких покрытий / В.Е. Оликер. – Москва: Металлургия, 1990. – 176 с. – Текст: непосредственный.

### УДК 631.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПТИЧНИКА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

*Симченков Алексей Сергеевич, студент-магистрант  
Пузевич Константин Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь*

*Аннотация:* с подорожанием энергетических ресурсов вопрос уменьшения энергозатрат приобрел особую остроту. Мощным средством резкого повышения уровня управления производством является внедрение автоматизированных систем управления (АСУ), базирующихся на современных научных достижениях в области теории адаптации, оптимального управления, применении экономико-математических методов, использовании средств вычислительной техники, охватывающих сферу организационного управления, технологические процессы и производство. Процесс создания микроклимата, как наиболее энергоемкий в структуре энергозатрат промышленного птичника мясного направления.

*Ключевые слова:* птичник, техническое обеспечение, микроклимат, система автоматического регулирования

*Введение.* Основу птицеводства мясного направления составляют крупные птицефабрики промышленного типа, удельный вес которых в производстве мяса превышает 60%. На сегодняшний день значительный процент промышленного мяса производится в птичниках напольного содержания птицы (около 50%). Напольное содержание является значительно более выгодным с экономической точки зрения по сравнению с другими видами содержания. Тем не менее, с технологической точки зрения, птичник напольного содержания является чрезвычайно сложным объектом.

Высокая концентрация птицы, средств производства, наличие агрессивной среды, технологические особенности производства – все это влияет на качество управления. Эффективное управление значительными мощностями традиционными методами является чрезвычайно сложной задачей, а иногда и вообще, неразрешимой. Построить адекватную математическую модель процессов, протекающих в птичнике в процессе функционирования, в таких условиях чрезвычайно трудно. Построить управление таким объектом на основе моделей, учитывающих все его особенности, на технической базе предприятия еще труднее.

Перерасход энергоресурсов, при поддержании заданного уровня температуры, напрямую зависит от качества управления. Управление энергетическими потоками, поддерживающими заданную температуру в птичнике, происходит по определенным законам. Именно от выбранного закона управления, полноты информации о текущих процессах зависят качество управления.

*Основная часть.* Промышленный птичник мясного направления является сложным объектом регулирования со многими неопределенными связями. Соответственно, при разработке АСУ, организации и проведении экспериментальных исследований объекта регулирования необходимо отводить важное место. Анализ объекта регулирования осложняется также тем, что технологические процессы в птичнике, которые обеспечивают получение планового количества мяса, проходят не при постоянных режимах, что объясняется наличием значительного количества случайных возмущений. При этом необходимо также отметить, что для такого объекта регулирования общее число параметров, принимаемое во внимание при расчете управляющих сигналов, достаточно велико.

Объектом регулирования является сложная биотехническая система, на которую действуют три группы факторов: технологические операции (кормление и т.д.); совокупность параметров микроклимата (температура, влажность, загазованность, освещенность и др.); физиологические факторы (возраст птицы, порода, продуктивность, стресс и т. д.). Кроме того, на объект действуют постоянные случайные возмущения, каждое из которых существенно влияет на качество исходной величины.

Действие параметров среды на биологический объект осуществляется, в частности, через технический объект. Из экспериментальных исследований и исследований физиологов установлено, что биологический объект нелинейный, многомерный, нестационарный, обладает многосвязностью. Технический объект, то есть промышленный зал, имеет большую пространственную распределенность, пространственные поля с разнообразными параметрами микроклимата, инерционный, многосвязный. Изменение большинства факторов, действующих на такую биотехническую систему, носит случайный характер. В частности, температурные режимы в техническом объекте, в различных пространственных полях.

Процессы, протекающие в промышленных птичниках, конечно, описываются нелинейными дифференциальными уравнениями, параметры которых зависят от входных и выходных воздействий. Как правило, для большинства процессов отсутствует полное априорное математическое описание, что существенно усложняет управление процессом и требует решения задачи идентификации. Применение нелинейных моделей в системах управления ограничено, из-за трудности реализации их на ЭВМ.

Поддержание санитарно-гигиенических норм воздушной среды на птицеферме невозможно без организации общей вентиляции. При создании математической модели вентиляции в птичнике начнем с составления материального баланса вредных веществ в птичнике. Важным фактором этого является расход воздуха, поступающий в помещение птичника для вентиляции. Этот параметр используется не только по каналу регулирования температуры, но и по каналу регулирования частоты воздуха в помещении. И здесь он является параметром управления. Расход воздуха рассчитывается в зависимости от многих вредных факторов, поступающих в воздух: влаги, углекислого газа, метана и др., но для регулирования выбирают тот фактор, который дает наибольшее значение воздухообмену. Таким параметром является влагосодержание воздуха в помещении.

С помощью математической модели, построенной в среде Simulink, получена зависимость затрат энергоресурсов от возраста биологического объекта и от природных факторов. Данные по опытам представлены в виде графиков (рис. 1).

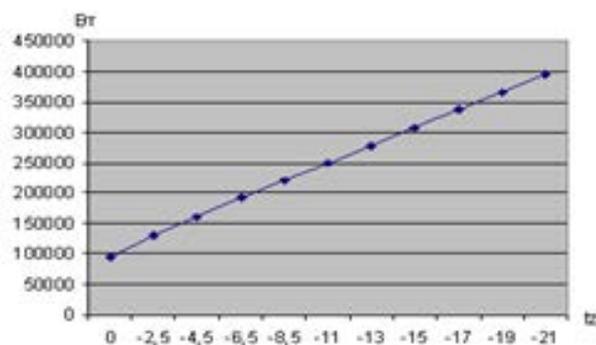


Рисунок 1 – Зависимость расхода тепла на нагрев птичника от температуры на улице, до установки на объект теплообменника

Из графика переменной постоянной времени нагрева мы можем увидеть за какое время ОУ выходит в устоявшийся режим в зависимости от возраста биологического объекта, данный график изображен на рис. 2.

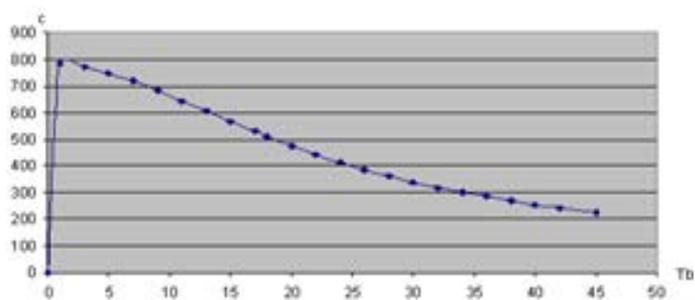


Рисунок 2 – График изменения устойчивого времени нагрева от возраста бройлеров

Из полученных результатов мы можем проследить как меняется расход вентиляционного воздуха в зависимости от возраста бройлеров, данной график изображен на рис. 3.

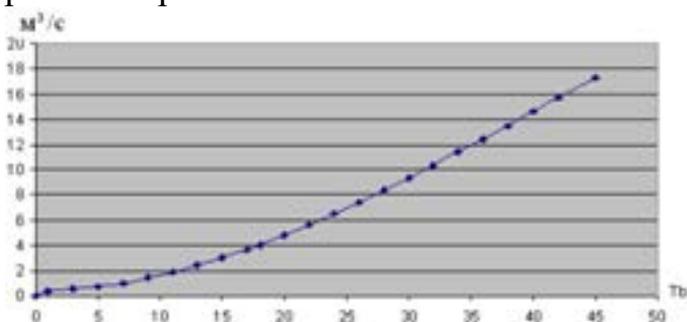


Рисунок 3 – График расхода вентиляционного воздуха в зависимости от возраста бройлеров.

Зависимости нагрева от возраста бройлеров, потери, суммарной нагрев, представлены на рис. 4.

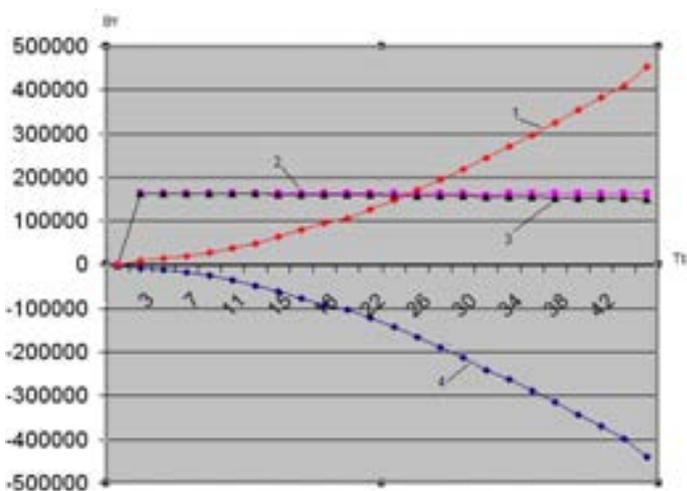


Рисунок 4 – Зависимости нагрева от возраста бройлеров:

- 1 – выделение тепла бройлерами, в зависимости от их возраста;
- 2 – зависимость дополнительного нагрева от возраста бройлеров;
- 3 – суммарная зависимость нагрева от возраста бройлеров;
- 4 – зависимость потерь тепла

Проведя ряд исследований с изменением возраста бройлеров в промежутке от 1-го до 45-ти дней можно сделать вывод, что с возрастом биологический объект набирает вес, и при увеличении веса увеличивается его тепловыделение, также увеличивается влажное выделение. В этом случае уменьшаются затраты на дополнительный нагрев, но увеличивается объем вентиляционного воздуха, но с этим увеличением объема увеличиваются потери тепла.

Проанализировав полученные данные можно прийти к следующему выводу: чтобы уменьшить затраты на нагрев и минимизировать потери целесообразным будет использование теплообменника. Принцип его действия будет заключаться в том, что теплый воздух, который выдувается из птичника, будет использоваться для нагрева воздуха, поступающего с улицы. Таким образом минимизируются затраты на использование энергоресурсов.

*Выводы.* Проведено исследование птичника мясного направления как объекта управления температурным режимом, разработана математическая модель птичника как теплового объекта, из которой получена передаточная функция. Для экономии энергоресурсов была разработана математическая модель рекуператора, которая показала свою эффективность.

Для реализации системы автоматического управления температурным режимом в птичнике предложены функционально-технологическая и функционально-структурная схемы САУ, обоснован выбор современного КТЗ автоматики, в частности выбрано промышленное устройство частотного регулирования серии с100/200, и разработана электрическая принципиальная схема системы управления на базе микроконтроллера ICP CON 8837, разработанное программное обеспечение. Предложен энергосберегающий алгоритм работы тепловентиляционного оборудования в зависимости от температуры окружающей среды.

При исследовании показателей качества работы САУ установлено, что система является устойчивой, время регулирования составляет 275 с.

Расчет экономической эффективности показал, что внедрение разработанной системы является целесообразным, себестоимость продукции снизится на 4,76%.

### Список литературы

1. Бронфман, Л.И. Воздушный режим птицеводческих помещений / Л.И. Бронфман. – Россельхозиздат, Москва, 1974. –144 с. – Текст: непосредственный.
2. Бабаханов, Ю.М. Оборудование и пути снижения энергопотребления систем микроклимата / Ю.М. Бабаханов, Н.А. Степанова. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 232 с. – Текст: непосредственный.
3. Бесекерский, В.А. Цифровые автоматические системы / В.А. Бесекерский. – Москва: Наука, 1976. –567 с. – Текст: непосредственный.

4. Иванов, Р.А. Адаптивные системы управления с моделями / Р.А. Иванов, М.Р. Шапировский. – Текст: непосредственный / Серия техническая кибернетика.– 1985. – Т. 18. – С. 210-240.
5. Изерман, Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман. – Москва: Мир, 1984. –541 с. – Текст: непосредственный.
6. Красовский, А.А. Универсальные алгоритмы оптимального управления непрерывными процессами / А.А. Красовский. – Москва,1977. –272 с. – Текст: непосредственный.
7. Клещев Е.Ф. Алгоритмы и техника измерений / Е.Ф.Клещев. – Текст: непосредственный // КИП. – К. – 1988. – 108 с.
8. Пчелкин, Ю.Н. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях / Ю.Н. Пчелкин, А.И. Сорокин. – Москва: Россельхозиздат, 1977. – 216 с.

**УДК 620.197.7**

### **КОНСЕРВАЦИЯ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Ситчихин Максим Андреевич, студент-бакалавр  
Юрков Михаил Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Ярославский ГАУ, г. Ярославль, Россия*

***Аннотация:** предлагается анализ причин отказа от техники, используемой при внесении минерального удобрения.*

*Анализ показал, что основную их долю вызывают коррозионный износ из-за влияния атмосферных воздействий и присутствия агрессивных веществ на поверхности рабочего помещения. Наиболее коррозионно подвержены рабочим органам машин, используемых для внедрения минеральных продуктов: бункерам, высевающим органам, транспортным и дозирующим частям. Минеральные удобрения имеют высокую коррозионную активность, поскольку имеют коррозионно активные соли и высокое гигроскопическое значение. Коррозионные повреждения рабочего органа сельского хозяйства происходят не только во время рабочего периода, но и, в большинстве случаев, при их неприменении. Для того чтобы определить коррозионную активность среди удобрений, проводились гравиметрические измерения с использованием ГОСТа 9. 042–75, 9. 041–764. Для того, чтобы защитить технику, имеющую контакт с минеральным удобрением, от ржавчины, в этой работе предлагаются консервационные материалы, основанные на отработанном синтетическом моторном масле, ингибированном Эмульгеном 5 масс или ПОМ 30–40 масс.*

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, коррозионная активность, скорость коррозии, сельскохозяйственная техника, противокоррозионная защита, консервация, рабочие органы сельскохозяйственной техники

### *Введение*

Защита сельского хозяйства от ржавчины является важной и сложной задачей, которая требует больших материальных затрат на изготовление машин, а также на период эксплуатации и хранения, ремонта. По данным практики, 40 отклонений сельскохозяйственных машин происходят из-за того, что основные механизмы, комплектующие и сборочные единицы выходят из строя из-за атмосферного воздействия. Наиболее склонны к коррозии машин, используемых для введения минерального удобрения.

Это объясняется специфическими условиями работы, когда детали машин оказывают контакт с минеральным удобрением, разрушающим защитную поверхность и вызывая коррозию. Практика показывает, что детали сельского хозяйства преимущественно подвергаются окислительным износам под воздействием атмосферных воздействий и технологических условий [1, 3].

Почти весь минеральный удобрений представляет собой солевые вещества, полученные из природного минерала и воздуховодом азота. Удобрения минерального происхождения имеют коррозионную активность благодаря содержанию коррозионно активных солей нитрат, хлорида, сульфата, фосфата. У них хорошая гигроскопическая способность, они легко поглощаются атмосферной влагой, образуют тонкие электролитные слои на поверхностях деталей, которые свободно проникают через лакокрасочные покрытия и разрушают металл.



Рисунок 1 – Машина для внесения минеральных удобрений 1-РМГ-4

В этой работе мы проанализировали разбрасывание минерального удобрения 1–РМГ–4.

Разбрасыватель для минерального удобрения 1–РМГ–4 предназначен для поверхностных сплошных внесений всех типов минерального удобрения и известковое и гипсовых материалов. Производительность 1 час основной работы при скорости двигателя 10 км/ч на внесение минерального удобрения 8–14 га/ч.

*Цель этой работы* – предложить способы противокоррозионной защиты сельского хозяйства при внесении минерального удобрения.

#### *Материалы и методы*

Под коррозией металлов понимают разрушение металлов вследствие физико–химического воздействия внешней среды, при котором у металла теряются присущие ему свойства. В зависимости от характера повреждений и условий ее протекания различают несколько методов защиты. Для каждой сельскохозяйственной единицы техники выбирают тот или иной способ защиты от коррозии, который определяется его эффективностью и экономической целесообразностью. По типу разрушений коррозия бывает атмосферной и почвенной, а также внутренней. Один из высокоэффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах является применение ингибиторов [2,4].

В анализе существующих данных по проблемам защиты от коррозии машин для применения минерального удобрения используются: интернет, литература и нормативная документация.

Для того, чтобы определить коррозионную скорость среди минеральных удобрений, были проведены гравиметрические исследования. Проведены испытания в растворе 0.5 М хлоридного натрия по ГОСТу 9. 042–75. Определение площади поражения коррозии осуществляется по требованиям ГОСТ 9 от 9. 041–764. Применялись прямоугольные пластинки размером 60х30х3 мм, зачищаемые и полированные на кругах различных размеров, не приводя пасты до уровня чистоты 6 класса. Перед тестированием образцы были обезжирены ацетоном и спиртом, сушены и вывешены аналитическим весом до 104 грамм. В объеме раствора было не менее 15,5 см<sup>3</sup> на площади шаблона 1 см<sup>2</sup>. Атмосфера – это воздух. Для наблюдения использовались шаблоны, висящие на воздухе в пустых ящиках. Протяженность опыта – 7 дней. После экспонирования пластины промыли 28 HCl раствором, содержащим 1 г уротропина, 1 г KI, а затем промыли водой, просушили фильтровальную бумагу и обработали мягким лаком.

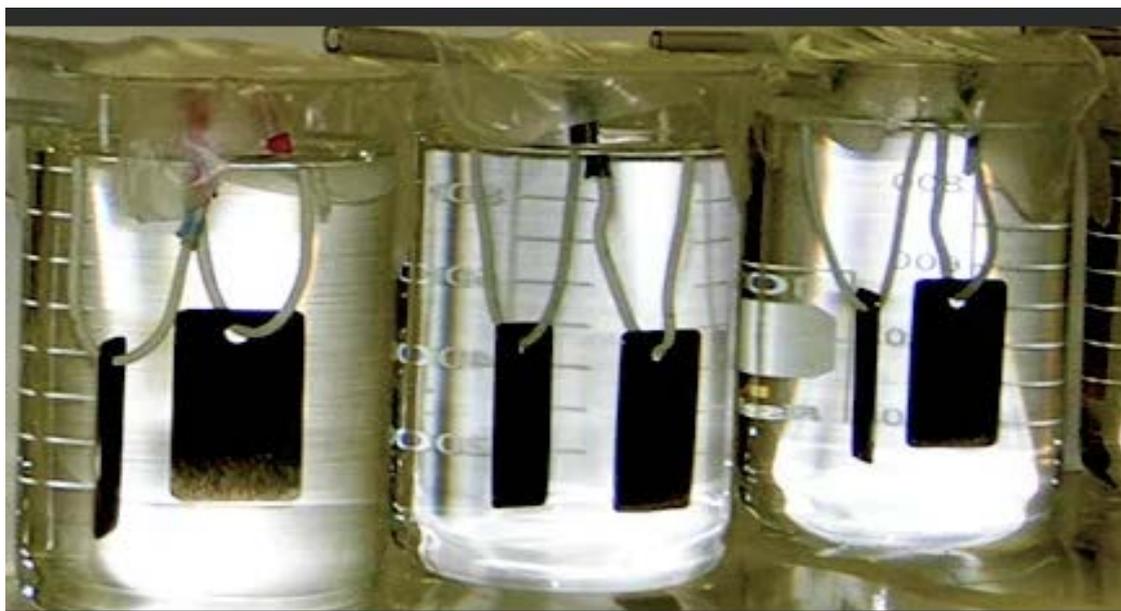


Рисунок 2– Испытания в растворе 0.5 М хлоридного натрия

Скорость коррозии ( $K$ ) оценивали по потерям массы образцов  $\Delta m$  из данных трех или шести – девяти параллельных опытов и определяли по формуле:

$$K = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}$$

где  $S$  – площадь образца, см<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – время испытаний, ч.

### *Результаты и обсуждение*

Наиболее подверженные коррозии рабочие органы машин для внесения минеральных удобрений показаны в таблице 1 и на рис.3.

Таблица 1 – подверженные коррозии рабочие органы машин для внесения минеральных удобрений

№	Машины	Рабочие органы
1	Разбрасыватели минеральных удобрений, туковые сеялки	Бункер, высевающие катушки, рама, вальцы, подающие тарелки, ленточный транспортер
2	Опрыскиватели	Бункер, дозаторы и детали, соприкасающиеся с ядохимикатами

В наших исследованиях показано, что при насыщенных минеральных растворах скорость окисления СтЗ стали определяется гравиметрическими методами. Этот метод применяется для того, чтобы определить скорость коррозии, чтобы контролировать коррозионную активность и оценивать защитные действия коррозионных ингибиторов. Гравиметрические

методы основаны на измерении различия массы контрольного металлического образца до и до экспонирования в коррозионную среду. Что касается твердой фазы, то она увеличивается на порядок, (таблица 2). Самый агрессивный из исследованных растворов твердого и твердого состояния – аммофос ( $K = 0,160 \text{ г/м}^2\text{-ч}$  – при контакте с насыщенным раствором).



Рисунок 3– Коррозионные разрушения разбрасывателей минеральных удобрений

Таблица 2 – Скорость коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

Вид удобрения	Скорость коррозии, $\text{г/м}^2\text{-ч}$	
	Твердое состояние	Насыщенный раствор
Карбамид	0,010	0,140
Суперфосфат	0,010	0,150
Аммофос	0,011	0,160

Таблица 3 содержит результаты быстрой коррозионной испытания на стальных образцах NaCl 0.5 М с следами минерального удобрения, покрытым масляной пленкой. Пленка с свежим синтетическим маслом Mobil Devlac не самая лучшая защита стальной поверхности, причем с карбамидом даже немного лучше без карбамида, самые худшие результаты показаны в опыте с аммофосом. Отработанные масла Mobil Devlac обеспечивают практически в 2 раза меньше эффективности на стальных поверхностях по сравнению с свежими маслами, но защищают стальные поверхности от следов аммиака и суперфоса. Повышение защитной эффективности отработанных синтетических масел можно с помощью добавления в него 5 добавок Emulgin, разработанных на базе кубовых остатков производства высшего алифатического амина ОАО «Азот» в Березняке. Гораздо больше защитного эффекта на поверхностях с следами минерального удобрения обеспечивают синтетические отработанные масла, которые ингибированы 30...50% продуктами очистки отработанных отходов ПООМ

(4-15): 80...90% при защите поверхности с следом карбамида, 50...60% – с следами аммиака и суперфоса. Если применять чистый ПОМ, то полностью можно защитить стальной поверхность Ст3 при ускоренном коррозионном испытании в 0,5 М растворе NaCl и открытых помещениях в течение шести месяцев.

Таблица 3 – Содержит результаты ускорения коррозии раствора NaCl 0.5 М.

Масляная пленка		Концентрация ингибитора в масле, масс. %	Следы удобрений на Ст3						
Mobil Devlac	Ингибитор		Без удобрения	карбамид		аммофос		суперфосфат	
			Zi,%	Zi,%	Z2,%	Z,%	z2,%	Zi,%	z2,%
свежее	-	-	33	42	42	22	22	27	36
Отрабoтанное	-	-	18	*с	С	37	37	31	39
	Эмульгин	3	70	28	27	25	25	21	30
		4	93	32	31	27	27	25	34
		5	98	38	37	42	41	37	44
	ПООМ	10	76	65	65	48	48	68	72
		20	89	75	74	52	52	55	60
		30	90	83	83	63	62	60	65
		40	93	92	92	52	51	61	66
		50	98	86	86	48	48	53	58
		100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

Примечания: Длительность испытаний – 7 сут. Температура нанесения пленки 20 °С. Температура эксперимента – 20 °С. Zi - защитный эффект по контрольным образцам в 0,5 М NaCl, Z<sub>2</sub> – защитный эффект по контрольным образцам со следами удобрений Ко = 0,050 г/м<sup>2</sup>ч; Ко,карб.= 0,047 г/м<sup>2</sup>ч; Ко,амм.= 0,057 г/м<sup>2</sup>ч Ко , суперфос. – 0,065 г/м<sup>2</sup>ч \*С - стимулирование коррозии.

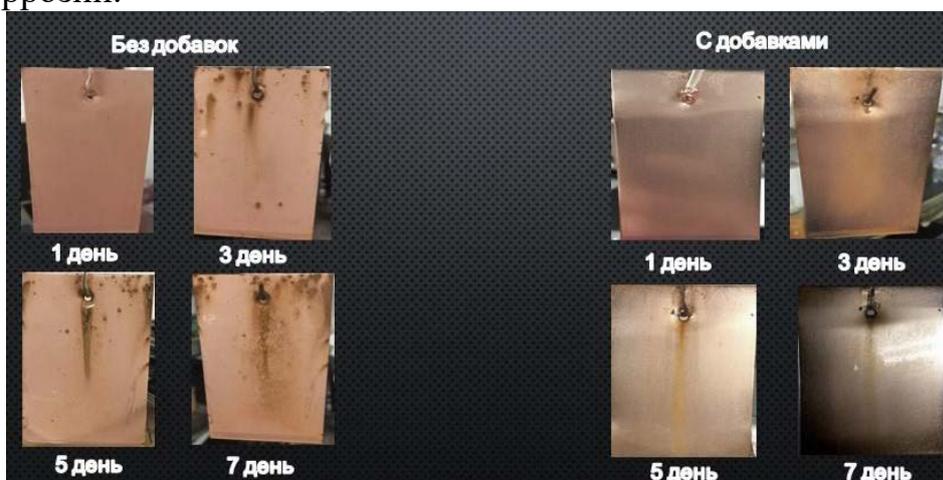


Рисунок 4– Коррозионная защита Ст3 с добавлением ингибированного Эмульгеном (5 масс.%)

При подготовке разбрасывателя минеральных удобрений к зимнему хранению следует выполнить соответствующее техническое обслуживание с обязательным выполнением работ по консервации, герметизации и снятию отдельных составных частей, требующих складского хранения.

Для начала разбрасыватель тщательно очищают от пыли, грязи, растительных остатков. Поврежденную окраску восстанавливают, нанося лакокрасочное покрытие или защитную смазку [5, 6].

Первым делом начинаем с осмотра бункера. Помните, бункер предназначен для кратковременного хранения вносимых удобрений, от момента их загрузки на складе или в поле, до их распределения по поверхности. Следует иметь в виду, что удобрения являются агрессивной средой, и их присутствие в бункере является причиной ускоренной коррозии. Бункер необходимо очистить разбрасыватель от пыли и грязи, тщательно вымыть и вычистить от остатков удобрений, затем обязательно просушить его. Не должно быть удобрений в шнеках, подающих шлангах и на рабочих дисках, их лопатки также должны быть чистыми.

#### *Выводы*

Анализ исследования показал, что коррозия является существенным фактором, который влияет на эксплуатацию и хранения сельскохозяйственной техники, которые используются для внесения минеральных удобрений. Для того чтобы снизить воздействие этого фактора необходимо применить следующие методы, которые позволяют снизить скорость коррозии что сущности позволить снизить воздействие рассматриваемых факторов.

Для защиты техники, имевшей контакт с минеральными удобрениями, от коррозии в данной работе предлагается использовать консервационные материалы на основе отработанных синтетических моторных масел, ингибированных Эмульгином (5 масс. %) или ПООМ (30 - 40 масс. %).

Защита сельскохозяйственной техники от коррозии способствует долговечности ее работы. Убытки от коррозии сельскохозяйственных машин исчисляются значительными суммами, и включают в себя прямые расходы на ремонт, и косвенные потери – от простоев машин во время ремонта, а также снижение эксплуатационных показателей.

#### **Список литературы**

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю.Ф. Лачуга [и др.]. – Москва, ФГНУ "Росинформагротех", 2009. – 80 с. – Текст: непосредственный.
2. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 5. Технологии получения и применения продуктов очистки отработанных масел / А.И. Петрашев, В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, В.В. Остриков, В.И. Вигдорович. – Текст:

- непосредственный // Практика противокоррозионной защиты. – 2006. – № 3. – С. 38-43.
3. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский // 6 изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1989. – С. 347 -358. – Текст: непосредственный.
4. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 66-71.
5. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами / Л.Г. Князева, В.И. Вигдорович, В.Д. Прохоренков. – Текст: непосредственный // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 10. – С. 25-30.
6. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 57-61.

**УДК 636.084.74**

### **ПЛАТФОРМЕННЫЙ КОРМОРАЗДАТЧИК**

*Соковая Мария Евгеньевна, студент-магистрант  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** описана установка для раздачи кормов – платформенный кормораздатчик и рассмотрен технологический процесс раздачи кормов с его помощью*

***Ключевые слова:** платформенный кормораздатчик, платформы-кормушки, тяговый орган, опоры качения, направляющие*

Для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота применяются различные варианты стационарных установок [1, 2, 3, 4], в том числе для раздачи влажных кормосмесей [5, 6]. Техническое решение проблемы механизации раздачи корма с помощью подвижной платформы-кормушки появилась в начале 60-х годов. Платформы-кормушки перемещались на колесном ходу по рельсовым путям, проложенным вдоль коровника и примыкающего к торцу его кормохранилища. Для загрузки они выдвигались в кормохранилище, где могли загружаться как ручным, так и механизированным способом.

Указанные платформы-кормушки наиболее полно отвечают требованиям, отличаются высокой надежностью, но требуют коренного усовершенствования. Главным и большим недостатком их была необходимость

строительства равного с коровником по длине кормохранилища с целью укрытия от снега и поддержания в рабочем состоянии путей платформ-кормушек.

Принимая во внимание достоинства платформ-кормушек был разработан платформенный раздатчик кормов, лишенный многих недостатков известных устройств для раздачи кормов [7].

Платформенный кормораздатчик содержит подающий транспортер 1 и желобковую платформу-кормушку 2 (рисунок 1). Над кормушкой 2 соосно размещена платформа кормушка 3. Кормушки 2 и 3 приводятся от электродвигателя 4 тяговым органом 5 и опорами качения 6, и установлены с возможностью горизонтального перемещения по направляющим 7 на разные по высоте уровни с тем, чтобы обеспечить заход одной под другую. Платформы-кормушки 2 и 3 присоединяются к тяговому органу 5 с помощью гибких элементов 8, один конец которых соединен с тяговым органом 5, а другой, снабженный петлей, – закрепляется к платформе-кормушке 2 или 3.

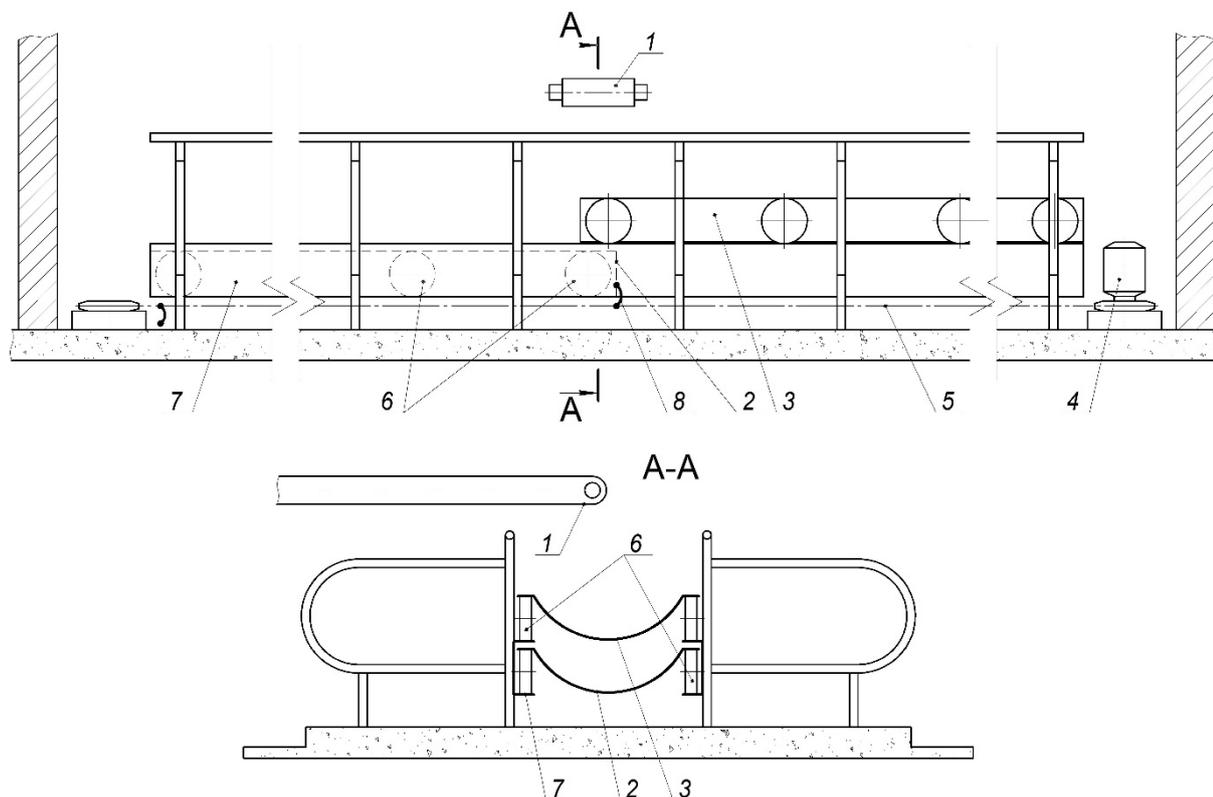


Рисунок 1 – Платформенный кормораздатчик

При работе кормораздатчика перед раздачей кормов кормушки 2 и 3 размещены по всему фронту кормления. Корм подается в средней части кормовой линии транспортером 1 в кормушку 3, при этом кормушка при помощи опор качения перемещается по направляющим под кормушку 2. Доступ животным к корму перекрывается. После загрузки кормушки 3

корм подается в кормушку 2, которая также перемещается по направляющим, открывается доступ животным к корму, имеющемуся в кормушке 3.

Движение сообщается сначала одной из платформ 3, для чего оператор присоединяет петлю гибкого элемента 5 к платформе-кормушке 3. При включении электродвигателя 4 происходит поступательное движение платформы, при этом осуществляется загрузка корма. Платформа 3 перемещается из одного крайнего положения в другое. После поедания корма животными аналогично заполняются кормом остальные платформы

С физиологической точки зрения допустимо поедание кормов коровами с разных по высоте уровней в определенных пределах, эта особенность и используется в конструкции данного раздатчика. Кормораздатчик может иметь как односторонний, так и двухсторонний подход животных, при этом разница только в ширине платформы. В конструктивном исполнении платформы имеют форму желоба и состояются из секций в соответствии с длиной фронта кормления. Платформы перемещаются в одном из разработанных вариантов раздатчика – по роликам, в другом – по рельсовому пути. Применение платформенного раздатчика уменьшает потери кормов в виде несъеденных остатков корма в несколько раз по сравнению со скребковыми транспортерами.

Платформенный раздатчик может быть применен при реконструкции существующих узкогабаритных и при строительстве новых крупных и малых ферм. Для моделирования работы платформенного раздатчика в технологических линиях приготовления и раздачи кормов крупному рогатому скоту может применяться математический, сетевой или имитационный метод [8, 9, 10].

### Список литературы

1. Патент № 2316953 С1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2006115455/12: заявл. 04.05.2006: опубл. 20.02.2008 / В.Н. Туваев, С.В. Гайдидей, О.В. Корольский; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина». – Текст: непосредственный.
2. Патент на полезную модель № 186894 U1 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов: № 2018123102: заявл. 25.06.2018: опубл. 07.02.2019 / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, М.Е. Шестаков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина». – Текст: непосредственный.

3. Зефилов, И.В. Устройство для дозированной раздачи кормов / И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей, М.Е. Шестаков. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2019. – № 6. – С. 25.
4. Туваев, В.Н. Обоснование и выбор оборудования для раздачи кормов на пастбищных доильных установках / В.Н. Туваев, С.В. Гайдидей, Д.В. Смирнов. – Текст: непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 27. – С. 279-283.
5. Гайдидей, С.В. Механизация раздачи влажных кормосмесей / С.В. Гайдидей, В. Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 11. – С. 24-25.
6. Гайдидей, С. В. Раздача влажной подкормки в доильном зале / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2011. – № 12. – С. 23.
7. Туваев, В.Н. Универсальный платформенный кормораздатчик / В.Н. Туваев, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 2. – С. 11-12.
8. Гайдидей, С.В. Математическая модель процесса раздачи кормов на пастбищных доильных установках с параллельно-проходными станками / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии, Вологда-Молочное (10-15 апреля 2007 года). – Том 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 106-110.
9. Гайдидей, С.В. Имитационное моделирование технологических линий в животноводстве / С.В. Гайдидей. – Текст: электронный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 4(8). – С. 39-44.
10. Туваев, В.Н. Сетевое моделирование организационно-технологических решений в молочном животноводстве / В.Н. Туваев, А.В. Туваев, С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение – сельскохозяйственному производству: сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции, посвященной 99-летию академии (10-20 апреля 2010 года). – Том 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – С. 123-129.

## РАЗДАЧА КОРМОВ НА ПАСТБИЩНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

*Соковая Мария Евгеньевна, студент-магистрант  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** рассмотрена актуальность пастбищного содержания крупного рогатого скота в современных условиях. Рассмотрены достоинства и недостатки существующего оборудования для раздачи концентрированных кормов и предложена схема технологической линии раздачи концентрированных кормов на пастбищных доильных установках с параллельно-проходными станками.

**Ключевые слова:** пастбищные доильные установки, раздача кормов, дозатор, концентрированные корма

За последние два года себестоимость производства молока выросла на 25% из-за роста цен на основные ее составляющие: высокобелковые корма, энергию, топливо, удобрения и пр. Постоянно растет регуляторная нагрузка на отрасль: требования к предприятиям по достижению углеродной нейтральности, и нормы расширенной ответственности производителей, повышение ставок утилизационных сборов, введение системы маркировки. При этом, есть дефицит сырого молока – в 2021 году из Беларуси в страну были импортированы 6300 тыс. тонн [1].

В данных условиях актуальной становится довольно экономичная пастбищная система содержания КРС. В 2020 г. цена на комбикорма поднялась на 32%, всё чаще корма производятся низкого качества, что приводит к нарушению структуры рациона, ухудшается здоровье животных, снижаются воспроизводственные функции, сокращается срок продуктивного использования животных, растут затраты на их лечение. Во время пастбы у животных нормализуется обмен веществ, улучшается общее состояние, повышается продуктивность, восстанавливается воспроизводительная функция. При этом получают молоко низкой себестоимости за счет использования дешевого зеленого корма и отсутствия затрат на утилизацию навоза [2].

Если территория выпаса удалена от фермы более чем на 3 км, то на ней устраивают летний лагерь, где есть пастбищные доильные установки, оборудованные кормушками, поилками и т.д.

От уровня материально-технического обеспечения лагеря зависит результат выработки молока – организация подкармливания животных на пастбище, которая необходима для нормализации рациона, должна быть на высоком уровне, так как неточная дозировка или срыв в даче концентратов

могут привести к резкому падению удоев. Нормирование расхода концентрированных кормов на голову скота эффективнее всего осуществить на доильных установках, так как здесь возможно индивидуальное нормирование дозы концентратов с учетом продуктивности животного. Выполнить данные условия можно только при автоматизации процессов кормопроизводства. К сожалению, далеко не все хозяйства сегодня могут похвастаться механизацией процесса раздачи концентрированных кормов на доильных установках с параллельно-проходными станками [3].

Для машинного доения коров на пастбищах применяются доильные установки с параллельно-проходными станками: УДС-3Б, УДЛ-Ф-12, УДМ-8, УДА-У. Эти установки обеспечивают впуск коровы в станок и ее выпуск независимо от других коров.

Раздача кормов на данных установках осуществляется с помощью кормораздатчиков, т.е. системы вспомогательного оборудования – питателей, дозаторов, смесителей, бункеров-накопителей, транспортирующих устройств и др.

Существует огромное количество раздатчиков, оно обусловлено условиями их работы, для разных типов и размеров ферм, для разных видов животных, с разной степенью автоматизации и т. п. [4, 5]. Мобильные кормораздатчики – они могут загрузиться кормом в любом месте, доставить его к месту и там распределить по кормушкам.

Для работы на фермах с дойным поголовьем от 1000 голов и выше наиболее эффективны самоходные кормосмесители, которые самостоятельно загружают любые виды сухих и сыпучих ингредиентов, совмещая функции кормораздатчика, трактора и погрузчика кормов в одной машине, однако данный агрегат довольно дорогой.

В нынешних условиях важно ориентироваться на доступность и дешевизну оборудования, но его эффективность и износостойкость, а также простоту использования. Чаще всего сегодня используют прицепной кормораздатчик: корма подвозят тракторной тележкой в летний лагерь, а затем они засыпаются в бункеры-накопители. На фермах в качестве бункера-накопителя может использоваться самодельная емкость, по объему удовлетворяющая потребности животных в корме, а также выпускаемые промышленностью бункера типа БСК. Бункера-накопители предназначены для накапливания и хранения кормов в кормоцехах и животноводческих помещениях. По форме они могут быть прямоугольными с нижней частью в виде усеченной пирамиды или круглыми с нижней частью, изготовленной в виде усеченного конуса.

В нижней части бункеров монтируют выгрузные транспортёры. Для выгрузки концентрированных или комбинированных кормов применяют шнековые, спиральные и скребковые (цепочно-скребковые, тросово-шайбовые) транспортеры, наиболее подходящие по конструкции для данной задачи.

К преимуществам шнековых раздатчиков относятся: простота устройства (единственная в них подвижная часть – шнек); универсальность – служат для транспортировки, смешивания и дозирования кормов, компактность по сравнению с другими устройствами, удобство в обслуживании. Но имеется ряд недостатков, из-за которых шнековые транспортеры мало применяют на фермах. К ним относятся: большая энергоемкость по сравнению с другими транспортерами. Повышенная же энергоемкость оправдывает себя значительным снижением затрат труда. Широкое распространение получили наклонные и горизонтальные шнеки.

Спирально-пружинные транспортеры используют для выдачи концентрированных кормов животным и птице. Кормонесущий орган – спиральная пружина (гибкий шнек) размещена в трубе со щелями в нижней части, предусмотренными для выгрузки корма. В приводе спирально-пружинного транспортера нет промежуточных механизмов для передачи движения от двигателя рабочему органу. У пружины транспортера скорость вращения значительно выше, чем у шнека, поэтому при равной производительности конструкция такого транспортера более компактна и менее металлоемка по сравнению с конструкцией цепного транспортера. Основной недостаток спирально-пружинного транспортера – технологическая сложность выполнения спирали большой длины, что снижает его эксплуатационную надежность.

Заслуживают внимания и тросово-шайбовые (канатно-дисковые) транспортеры. Они транспортируют сыпучие корма по сложным трассам с вертикальными и горизонтальными участками; надежны в работе; но требуют дополнительных устройств для натяжения троса, устранения забивания корма в поворотных блоках.

Цепные транспортеры активно применяют на птицефермах для раздачи сухих кормов. Кормотранспортирующим органом в них служит цепь. К достоинствам таких транспортеров можно отнести: надежность в работе, простота конструкции, возможность их автоматизации, обеспечение большого фронта обслуживания; к недостаткам – большая металлоемкость и неравномерность раздачи корма. Последний недостаток несущественен, так как корм будет раздаваться по бункерам – дозаторам.

Дозаторы служат для дозирования по массе и объёму компонентов кормов и кормовых смесей. Погрешность дозирования по массе при наибольшей нагрузке для объёмных дозаторов 0,1...1,5% в зависимости от содержания ингредиентов в общей массе кормовой смеси. На фермах и комплексах крупного рогатого скота получило распространение объёмное дозирование как наиболее простое по сравнению с весовым. Среди объёмных дозаторов чаще используются барабанные, тарельчатые, дисковые, ленточные, шнековые, бункерные; гравитационные, барабанные, тарельчатые, винтовые, ленточные, шибберные и поршневые.

На основе изученного для оптимальной и бюджетной раздачи корма нами предлагается схема механизации данного процесса (рисунок 1) [6, 7].

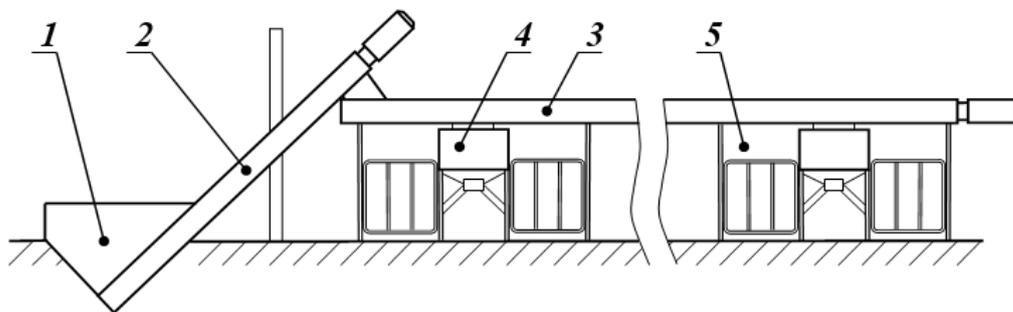


Рисунок 1 – Схема технологической линии раздачи концентрированных кормов на пастбищных доильных установках с параллельно-проходными станками:

1 – приемный бункер; 2 – наклонный шнековый транспортер; 3 – горизонтальный шнековый транспортер; 4 – бункер-дозатор; 5 – станок

Комплексная механизация трудовых систем на ферме – одна из важнейших задач инженерно-технической службы, решению которой сейчас способствует подпрограмма «Сельскохозяйственная техника и оборудование» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [8]. Необходимо экспериментально проверить актуальность предложенной схемы, её удельную энергоёмкость и качество раздачи корма, чтоб подобрать оптимальный вариант для владельцев хозяйств, которые сегодня работают в непростых условиях [9, 10].

### Список литературы

1. Щеглов, Е.В. Обзор отрасли производителей молока в России / Е.В. Щеглов. – Текст : непосредственный // Эффективное животноводство. – 2022. – №6 (181). – С. 78-80.
2. Суровцев, В.Н. Актуальные проблемы в молочном животноводстве / В.Н. Суровцев. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственные вести. – 2010. – №2. – С. 20-23.
3. Слинько, О.В. Технологические решения в молочном скотоводстве / О.В. Слинько, О.В. Кондратьева, А.Д. Федоров, В.А. Войтюк. – Текст : непосредственный // Эффективное животноводство. – 2022. – №1 (176). – С. 90-94.
4. Гайдидей, С.В. Раздача влажной подкормки в доильном зале / С. В. Гайдидей, В. Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2011. – № 12. – С. 23.
5. Гайдидей, С.В. Механизация раздачи влажных кормосмесей / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 11. – С. 24-25.

6. Гайдидей, С.В. Повышение эффективности раздачи кормов на пастбищных доильных установках / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 9. – С. 11-12.
7. Туваев, В.Н. Обоснование и выбор оборудования для раздачи кормов на пастбищных доильных установках / В.Н. Туваев, С.В. Гайдидей, Д.В. Смирнов. – Текст: непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 27. – С. 279-283.
8. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – Текст: электронный. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9b3/9b38c7efdccc28f1083e065527468275.pdf?ysclid=lu6tldnwp e437340217>
9. Гайдидей, С.В. Математическая модель процесса раздачи кормов на пастбищных доильных установках с параллельно-проходными станками / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии (10-15 апреля 2007 года). – Том 2. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007. – С. 106-110.
10. Гайдидей, С.В. Имитационное моделирование технологических линий в животноводстве / С. В. Гайдидей. – Текст : непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 4(8). – С. 39-44.

**УДК 631.51**

## **БЕЗОТВАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ**

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены решения вопроса плодородия почвы, а именно применения безотвального плуга, с помощью которого снижаются энергозатраты и улучшаются агрофизические свойства земли*

***Ключевые слова:** почва, культуры, плуг, давление, сельскохозяйственное оборудование*

Последнее время все большее внимание требует сельское хозяйство в сфере растениеводства ввиду отсутствия инноваций и средств техники для использования почвы. Выделяют энергетическую и экологическую проблему. Первая характеризует применение большинства единиц техники

для проведения операций по обработке поля. Экологическая проблема определяется несколькими факторами, влияющими на плодородие почвы. При переуплотнении, нарушения слоя почвы нарушается процесс роста молодых культур [4]. При низком качестве вспашке почвы верхних слоев не происходит эффективное накопление и использование влажности почвы, и получение гарантированного урожая растений в зоне неблагоприятных условий. Актуальными являются решения вопросов по снижению отходов культур [3]. Для получения требуемого результата в растениеводстве, необходимо оснастить машинно-тракторный парк новой производительной техникой. Конструкторы сельскохозяйственного оборудования работают над совершенствованием элементов рабочих органов машин. Предлагается модель безотвального корпуса плуга (рис. 1), включающий стойку 1 с цилиндром 2 в верхней части.

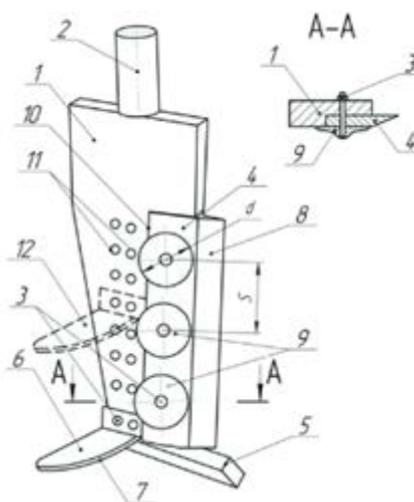


Рисунок 1 – Схема безотвального корпуса плуга

Вертикальная разделочная доска 4, долото 5 и лапа 6, выполненные в форме полотна 7 в виде кривой, прикреплены к стойке 1 винтовыми соединениями 3. Вертикальная разделочная доска 4 имеет односторонний заостренный участок 8 вперед. На обратной стороне вертикального режущего выступа прикрепите 4 дисковые терки выпуклой формы 9 с винтовыми соединениями 3, выступающими с обратной стороны по сравнению с задней кромкой 10 на режущем выступе 4. Стойка 1 имеет несколько пар отверстий 11, которые позволяют изменять высоту лапы 6 и, при необходимости, еще 12 расширителей, которые необходимо установить на высоту колонны. Используя методы целостной механики и условие деформации металла, требуется теоретически уточнить параметры безводных корпусных рыхлителей [2]. Безотвальное и глубокое рыхление почвы осуществляется с помощью чизельного плуга ПЧ-4,5, культиватора-глубокорыхлителя примера ЧКУ-4, НР-80Б, КЗУ-03В. Такие устройства имеют ряд недостатков, а именно большая трата энергии на проталкивание прямой стойки и плоского долота. Вспашка осуществляется аналогично

навесным лемешным плугам [4]. Плоскорезная лапа в процессе безотвального реза заглублена на определенное расстояние, характеризующееся глубиной обработки. В процессе прохода лапы, лемех подрезает и приподнимает слой почвы, а долото разрыхляет его, тем самым обеспечивает требуемое деление грунта и срезание сорняков. Орудие для качественной обработки почвы, а именно безотвальный плуг ППН-3-35/2-70, дает возможность проводить вспашку и безотвальную обработку грунта. Такой вариант позволяет производить проход плоскорезной лапой и процесс лушения верхних слоев почвы. При данном режиме работы значительно сокращается расход топлива до 4 кг/га, а также нет необходимости привлекать для работы иной вид техники [1].

### Список литературы

1. Андреев, В.Л. Модернизация плуга для безотвальной обработки почвы и его использование при возделывании яровой пшеницы / В.Л. Андреев, Л.М. Козлова, С.Л. Демшин, Ф.А. Попов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2(33). – С. 63-66.
2. Бабицкий, Л.Ф. Обоснование параметров режущекрошащих рыхлителей безотвального корпуса плуга / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич. – Текст: непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – № 15(178). – С. 107-113.
3. Медовник, А.Н. Экспериментальные и теоретические исследования работы рабочих органов универсального безотвального плуга / А.Н. Медовник, Б.Ф. Тарасенко, С.А. Горовой. – Текст: непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 61. – С. 100-107.
4. Тарасенко, Б.Ф. Универсальный плуг для безотвальной обработки почвы с цилиндрическими долотами и поворачивающимися лапами и оптимизация его параметров при глубоком рыхлении / Б.Ф. Тарасенко, С.А. Горовой, В.В. Цыбулевский. – Текст: непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 60. – С. 134-146.

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены методы заготовки кормовой базы, к которым относят совершенствование техники, камер хранения урожая и соблюдение погодных условий.

**Ключевые слова:** кормовая база, растениеводство, сенокосы, хранение, трава

Травы и силос являются основой источником питания животноводства. Существует более ста способов заготовки кормов в виде травы из пресса (тюками и рулонами) силос и сенаж в траншеях и укладки в другое место для укрытия. Этот метод эффективен при полном соблюдении элементов операции, при нарушении которой, ухудшается состав кормов и приводит к потере 50 процентов всех потребителей с большим отрывом. И так, мы готовим сенажные и силосные корма на случай повышенной влажности в местах хранения в соответствии с удаленными траншеями, указываем срок годности, утвержденную массу, одобрение людей и в надежде на стандартную герметизацию, а также применяем стандарт с консервантами. В этих условиях только первоклассное кормление составляет на 12-14% больше, чем было принято. Поэтому при проведении всех агротехнических операций из высококачественного технологического сырья получают комбикорм, а стоимость кормов является наименьшей из-за потери начальной цены комплекса, реорганизация проводится в соответствии с требованиями задач производства кормов [3].

Основой изготовления кормов служат пастбища, сенокосы и луговые угодья. За последние 20 лет площадь сельскохозяйственных угодий сократилась на 20млн га, в том числе кормовых – на 10 млн. га (табл. 1) [1].

Увеличивая ширину и скорость уборки, а также используя новые методы, можно повысить производительность уборочной операции. Сокращение времени сбора урожая и усиленная сушка являются основными методами хранения полезных веществ и определение его питания. В Западной Европе и США преимущественно используются роторные косилки (барабанного и дискового типа). Ускорение сушки полевой травы широко используется протаскивание при выравнивании (втягивании травы в щель между кольцом и настилом корпуса), что приводит к вспушиванию слоя, что позволяет продлить сушку почти в 2 раза.

Таблица 1 – Распределение кормовых угодий по землепользователям РФ, млн. га

Год	Все сельхозугодья	Посевная площадь кормовых культур		Кормовые угодья всех категорий		В том числе, млн га*		
		все категории хозяйств	сельхоз-организации	млн га	% от всех сельскохозяйственных угодий	сельхоз-организации	крестьянские хозяйства	ЛПХ
1990	213,8	44,5	43,0	80,1	37,5	79,8	0,04	0,3
1995	209,6	37,0	33,2	78,6	37,5	56,4	2,8	3,9
2000	197,0	29,0	26,0	72,6	36,8	53,1	3,2	1,4
2001	195,9	27,9	24,7	72,2	36,9	52,0	3,4	1,4
2002	194,6	27,1	25,4	71,6	36,8	50,5	3,7	1,7
2003	193,8	25,7	23,8	71,5	36,9	49,7	4,0	1,7
2004	192,6	24,1	22,0	70,9	36,8	47,6	4,3	1,7
2005	191,6	22,1	20,0	70,5	36,8	46,2	4,6	1,6
2006	190,6	20,9	18,7	70,1	36,8	44,4	5,0	1,6
2007	190,5	20,0	17,7	70,1	36,8	43,2	5,6	1,7
2008	190,9	18,6	16,6	70,3	36,8	42,0	6,1	1,7
2009	190,7	18,3	16,2	70,0	36,7	41,1	6,4	1,7
2010	190,8	18,1	15,8	70,1	36,7	40,8	6,7	1,8
2011	190,9	18,1	15,7	70,2	36,8	40,4	6,9	1,8
2012	191,1	17,5	14,9	70,3	36,8	40,1	7,1	1,9
2013	191,2	17,2	14,5	70,4	36,8	39,6	7,4	1,9
2014	191,3	17,1	14,1	70,5	36,9	39,1	7,7	2,0
2015	192,7	17,0	13,7	70,6	36,6	38,8	8,0	2,0

Недавно в США представили новый вид обработки среза - "волокнение", после чего формируются эластичные ленты (маты) и укладываются на жатву. С помощью этого возможно заготовить сено одним днем, потому как скорость сушки с выпавшей травы пропорциональна скорости испарения с открытого участка [2].

Необходимо решать проблему развития кормового рациона животных по всем действиям: производство полевых и пастбищных кормов, вспомогательное производство, сортировка и уборка кормов, а также большое использование вторичного вещества в производстве. Полевые корма определяют основной источник питательной базы. Совершенствование элементов посевов помогает увеличить производство без необходимости дополнительных инвестиций. Для усиления кормового фонда требуется следующее улучшение позиций площадей, сохранения и восстанавливаемая плодородие почвы. Потребности животноводства в белке обеспечиваются не полностью, для этого следует внедрять высокоурожайные сорта (увеличивать посева бобовых и бобово-зерновых смесей), стимулировать производство сои, рапса и восстанавливать систему посева трав в целом [1].

Анализируя данные приходим к выводу, что использование современных агрегатов в технологии производства кормов помогает убавить трудозатраты, содержание топлива примерно в 2 раза, а затраты механизированного труда на единицу товара достигают 30%. Результаты работ, достигли позиции существенного использования в сельскохозяйственной работе [3].

## Список литературы

1. Лобачева, Т.И. Состояние и направления развития кормовой базы животноводства / Т.И. Лобачева. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2017. – № 8. – С. 3-9.
2. Михайлов, А.С. Тенденции развития технологий и средств механизации заготовки кормов из трав / А.С. Михайлов, Н.В. Веденский, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 2. – № 11. – С. 117-119.
3. Самосюк, В.Г. Результаты испытаний новых машин для механизации процессов заготовки кормов на сельскохозяйственном научно-технологическом полигоне по растениеводству / В.Г. Самосюк, И.М. Лабоцкий, Н.А. Горбацевич, П.В. Яровенко. – Текст: непосредственный // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах, Минск, 16–17 октября 2013 года. Том 2. – Минск: Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. – С. 19-26.

УДК 631.354

### РЕЖУЩИЙ АППАРАТ «ШУМАХЕР»

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены условия применения режущего аппарата «шумахер». Проанализированы такие факторы как, принцип работы ножа, материалы изготовления и целесообразность ремонта.*

***Ключевые слова:** косилка, сегмент, животноводство, палец, полотно*

Интенсивным процессом в сельхозпроизводстве является уборка посевов, так как пашня, сбор овощей, уборка кормов и вспашка семенных культур осуществляются в точные агрономические сроки. Выполнение последнего ряда работ используется российское и импортное оборудование. По статистике, наработка за год уборочной техники превышает 100... 200 часов, номинальный простой составляет 3 часа...20 часов, но 50% всех сбоев доводится на неисправность уборочной части. Как выяснилось, в большинстве случаев предупреждение осложнений в случае отказа связано с исправлением режущих компонентов режущей системы. Неработающие пальцы, отрезные сегменты и режущие пластины составляют около 10% существующих неисправностей, происходящих в процессе эксплуатации

комбайна [3]. Главная сложность производства кормов заключается в том, чтобы меньшими усилиями рабочая сила создавала необходимое количество полезных элементов для крупнорогатого скота и в то же время работает с химическими веществами и консервированием. Необходимо на первом этапе обеспечить внедрение высокопроизводительных агрегатов, которые позволяют срезать сельскохозяйственные культуры с приемлемыми затратами. В нашей республике и за границей кормоуборочный комбайн для посева и скашивания естественных трав в большинстве случаев использует быстросменное режущее оборудование со статическими секторами и возвратно-поступательными движениями в отличие аппаратов с режущими частями. Однако у этого устройства есть ряд недостатков: на полях высоких урожаев производительность косилки часто перегружена, и это устройство имеет низкую производительность и ограниченную производительность в соответствии с требованиями сложного рельефа. Основная цель модернизации высокоскоростных режущих агрегатов, это замена сегментов реверсивного привода на вращающиеся. На данный момент промышленность выпускает роторные косилки КРН-2,1, но большую популярность имеют косилки КС-2.1, косилки-плющилки КПС-5Г [1].

В последний период будут представлены все важные новинки режущих систем Schumacher. Режущие устройства такого типа могут монтироваться на уборочных частях комбайнов и косилок на обычной пальцевой балке, что дает возможность использовать режущее устройство Schumacher как на новом оборудовании, так и при изменении старого. Режущий модуль Шумахера отличается от широко распространенных российских версий односторонних режущих устройств и работает по принципу двусторонней резки растений. Тонкость такого устройства (рис. 1) предполагает, что отрезной сегмент движется в двух пальцевых щелях, которые свариваются [3].

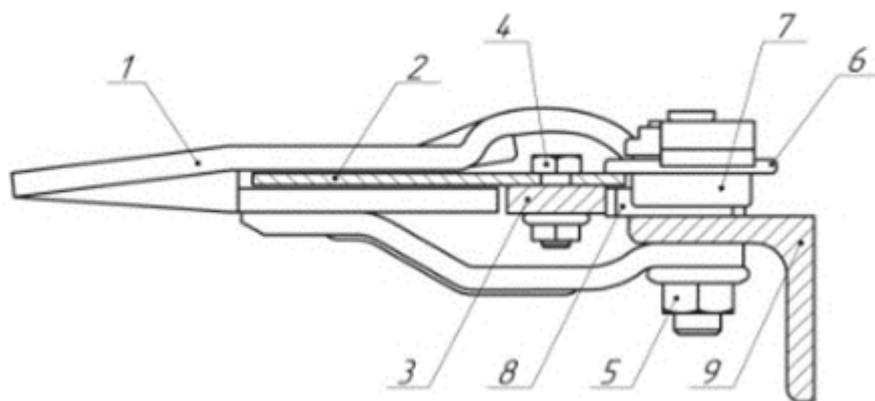


Рисунок 1 – Конструкция режущего аппарата «Schumacher»

Срез культур сегментно-пальцевым полотном осуществляется по типу действия ножниц. Основа режущего устройства состоит из планки для

пальцев и лезвия, которое включает сегменты для лезвия и полотна. Срез достигается, когда стебель, находящийся в промежутке пальцев, прижимается к режущей пластине и разрезается сегментом. С каждого края ножа по изогнутому кругу делается один надрез ножницами. По такому принципу работают сегментных косилки для резки растений в соответствии с соотношениями  $S$ ,  $t$ ,  $t_0$ , где  $S$ -перемещение лезвия,  $t$ -расстояние перемещения сегмента,  $t_0$ -перемещение между перемещениями пальцев (рис. 2) [2].

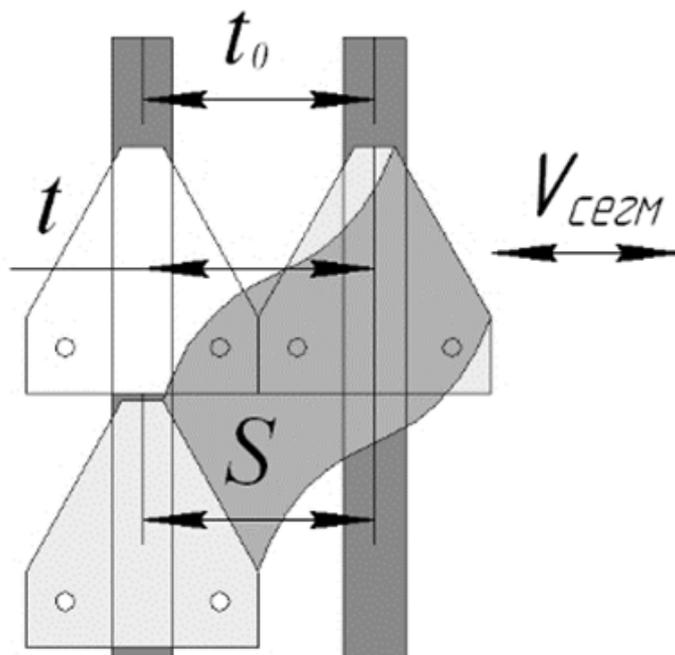


Рисунок 2 – Основные параметры режущего аппарата

Поверхностный износ сегментов Schumacher увеличивается линейно и пропорционально, при этом максимальный поверхностный износ за 80 часов службы составляет 0,6 мм. Твердость режущих сегментов не меняется из-за износа в процессе эксплуатации и остается на уровне 54-56 HRT. Выяснено, что экономически целесообразно восстанавливать сегменты привода Шумахер. Предыдущий метод восстановления отрезных сегментов должен иметь минимальный коэффициент износа 0,4 по сравнению с новыми сегментами 0,5 мм для сварочного покрытия иметь более низкую стоимость по сравнению с расходами на поставку и производство [3].

### Список литературы

1. Авдеев, А.А. Разработка и расчет параметров сегментной косилки / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов, М.М. Замальдинов [и др.]. – Текст: непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 5-2(119). – С. 7-15.
2. Первушин, В.Ф. Теоретические исследования процесса скашивания трав сегментно-пальцевой косилкой / В.Ф. Первушин, М.З. Салимзянов, Н.Г.

Касимов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(67). – С. 72-79.

3. Старунов, Ш.С. Оценка состояния сегментов режущего аппарата "SCHUMACHER" / А.В. Старунов, Ш.С. Иксанов, Г.О. Жуков, А.М. Шестаков. – Текст: непосредственный // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 351-356.

**УДК 621.43**

## **РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ**

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены варианты использования рециркуляции отработавших газов в двигателях внутреннего сгорания, для снижения токсичных выбросов в атмосферу.*

***Ключевые слова:** двигатель, выхлопные газы, фаза газораспределения, рециркуляция, камера сгорания*

Современные двигатели внутреннего сгорания оснащены комплексными системами снижения вредных выбросов выхлопных газов. Для соответствия экологическим нормам разработана система очистки отходов с использованием отвода выхлопных газов. Ограничения по классам выбросов у современного дизельного двигателя становятся все более жесткими. Улучшение снабжения продовольствием само по себе не приведет к сокращению вредных отходов. Вариантом сокращения выхлопных газов возможно применение дизельных двигателей с циркуляцией выхлопа. Процесс состоит в возврате части выхлопных газов из выпускного коллектора в камеру сгорания, где они смешиваются с новой смесью. Эффекты рециркуляции не полностью описаны при работе двигателей внутреннего сгорания, работающих на сжатом природном газе. Системы рециркуляции работают, возвращая точно определенное количество выхлопных газов во впускной трубопровод двигателя. В результате точно определенное количество выхлопных газов возвращается во впускной коллектор. В современных бензиновых и дизельных двигателях используются системы обратной связи. С помощью этого метода происходит выполнение значимых задач отходов. Оксид азота, поступающий с выхлопными газами, образует вредную смесь. Электронный блок управления двигателя следит за процессом циркуляции. Температура внутри цилиндра резко падает и образование NOx прекращается [1]. Для турбодизельных двигателей доступны различные системы утилизации отходов:

1. Система низкого давления, в которой выхлопные газы отводятся от турбины во впускной коллектор к компрессору.

2. Система высокого давления, выхлопные газы идут из турбины, а впускной коллектор насыщается после компрессора и перед интеркулером.

3. Внутренняя рециркуляция (в начале такта выпуска клапан открывается и выхлопные газы поступают во впускной коллектор). Сегодня в дизельных двигателях рециркуляция достигается за счет регулирования фаз газораспределения, что позволяет уменьшить детали двигателя (из-за отсутствия специализированных клапанов) и увеличить срок служб. Рециркуляция проходит активнее, когда дают газы с высокой удельной теплоемкостью, в том числе углекислый газ  $\text{CO}_2$ , который является основным компонентом выхлопных газов. Рециркуляцию можно использовать для снижения токсичности выхлопных газов в двух ситуациях. Первое воздействие касается рабочего процесса, задерживая начало горения и останавливая его процесс, что приводит к снижению температуры сгорания и сокращению выбросов  $\text{NO}_x$ . Тем временем альдегиды перестают образовываться. Это второй фактор снижения общего количества выхлопных газов в атмосфере, поскольку часть газов возвращается на вход в дизельный двигатель. Схема наружной камеры циркуляции выхлопных газов выделена на рисунке 1.

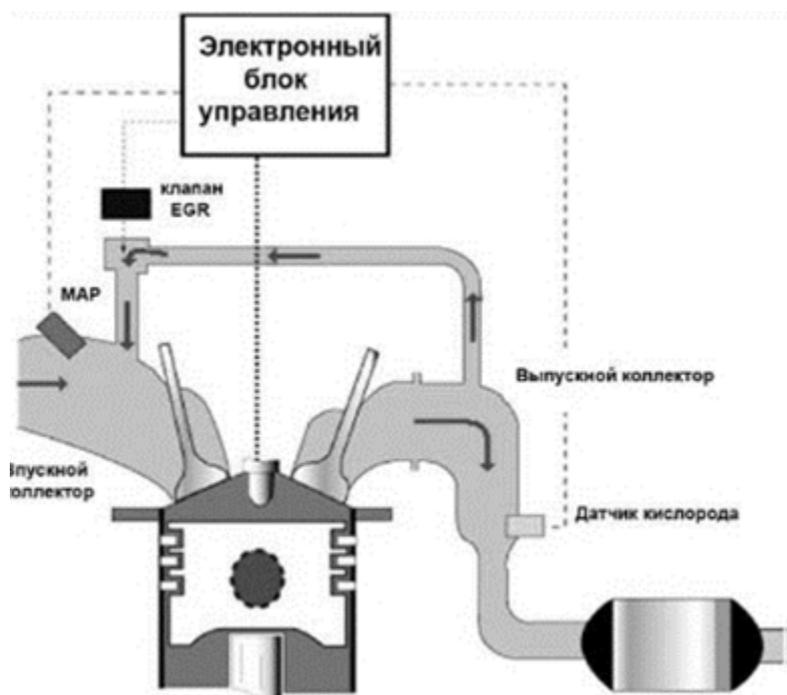


Рисунок 1 – Система рециркуляции отработавших газов

Сжатый природный газ используется для воспламенения части дизельного топлива, тем самым увеличивая мощность дизеля и снижая выбросы выхлопных газов, но характеризуется повышенными выбросами оксидов азота в выхлопных газах. В настоящее время ведутся разработки по снижению количества оксидов азота в выхлопах дизельных двигателей.

Полное освобождение NOx с помощью сокращения высокой температуры цикла, степени доминирования воздуха и времени цикла горения. На эти показатели может влиять рециркуляция выхлопных газов; кроме того, использование рециркуляции помогает уменьшить количество выхлопных газов и, следовательно, общий спектр токсичности компонента. Дизельный двигатель современного легкового автомобиля оснащен устройством слежения клапанами. При вращении впускной и выпускной распределительных валов образуются процессы рециркуляции выхлопных газов. При блокировке фаз газораспределения выхлопные газы перетекают из камеры сгорания в полость впускного коллектора. Диаграмма фаз газораспределения при большой мощности и рециркуляции представлена на рисунке 2.

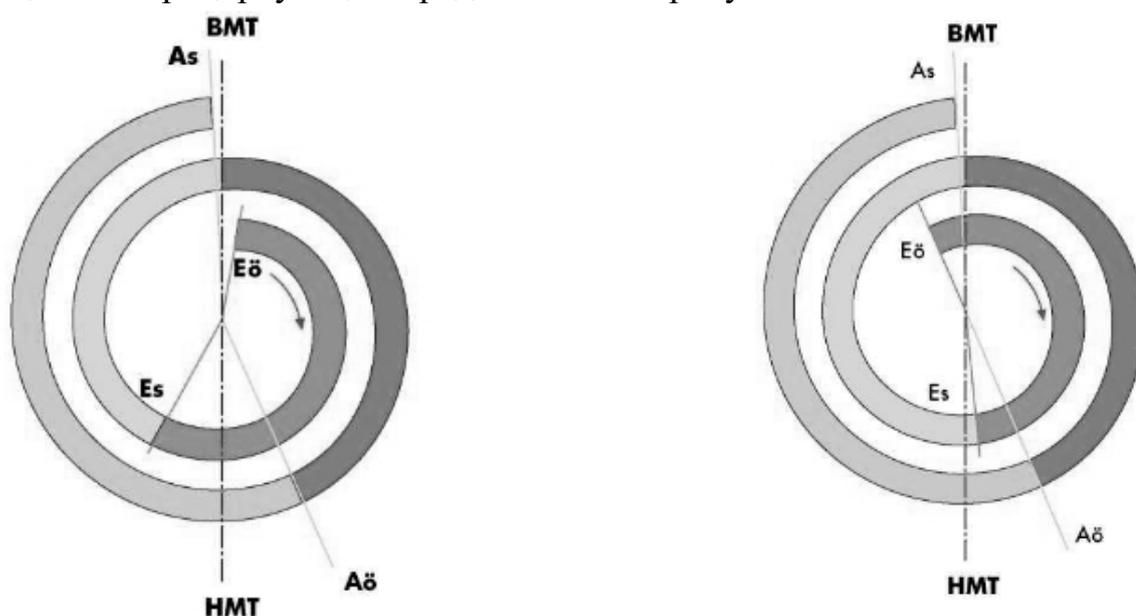


Рисунок 2 – Диаграммы фаз газораспределения

Рециркуляция отработавших газов обеспечивает эффективное наполнение камеры сгорания за счет поддержания постоянного количества поступающего воздуха. Двигатель работает с высоким коэффициентом избытка воздуха, что основано на точных расчетах количества выхлопных газов, попадающих в цилиндры [1].

### Список литературы

1. Ерохов, В.И. Совершенствование системы рециркуляции выхлопных газов при работе автомобилей на компримированном природном газе / В.И. Ерохов. – Текст: непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта: Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20-22 декабря 2016 года / Ответственный редактор А.В. Медведев. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 162-170.

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены варианты восстановления поверхности втулок и цапф, с помощью гальванической наплавки и жидкостно-абразивным методом.

**Ключевые слова:** износ, оборудование, поверхность, напыление

Множество компонентов машин, сельскохозяйственной техники и станков утилизируются с износом более 0,5 мм. Двигатель имеет таких деталей свыше 80%. Как уже упоминалось выше, бронзовые крышки подшипников скольжения также могут быть прикреплены к незаметным износостойким деталям [1]. Поверхности трения в конструкции подшипника и увеличенная площадь износа могут быть внешней или внутренней частью крышки. Таким износа внешней детали в подшипнике является износ корпуса карданного вала, а также износ внутреннего рулевого вала [3]. Исследуем некоторые варианты изготовления отработанных элементов. Термическое напыление с помощью газа (электрическая дуга, плазма) часто применяются для рихтования наружной поверхности цилиндра шейки вала. Рекомендуется использовать этот метод при восстановлении тонких втулок, в противном случае это будет невыгодно. При перегреве втулка деформируется, целостность соединения створки с основанием недостаточна, станки и инструменты стоят дорого. Гальваническое покрытие (нанесение хрома) неэффективно, так как не обеспечивается сильное прилипание вещества к основанию. Однако их основным недостатком является необходимость в особых очистных камерах, связанных с угрозой загрязнения окружающей среды. Методы плавки (электрическая дуга, под флюсовым покрытием, в среде защитного газа и др.) приводит к нагреву и короблению компонентов, не позволяет покрыть их тонким слоем. Внешняя и внутренняя поверхности тонких элементов цветных металлов еще не нашли подходящего метода восстановления [1]. Рассматривая интенсификацию и механизацию технологии восстановления предложим установку, представленную на рисунке 1 может быть рекомендовано, что предполагает использование роликового токарного станка и универсального резьбонарезного станка в качестве ремонтного цеха. На конической оправке 1 ремонтная цапфа закрепляется на 2 крышках и 3 замок, 4 распорка в сборе и листом 5 крепится полукругом. Коническая центровка незаменима и касается конической посадочной поверхности ступицы - цапфе стандартного размера и выходному концу вала номер, которой является "палкой" обычного

ролика качения 7-й прокатный стан. Замки, резьбовые узлы, полукольца, а также крышки с номером 6 обеспечивают целостность детали [2]

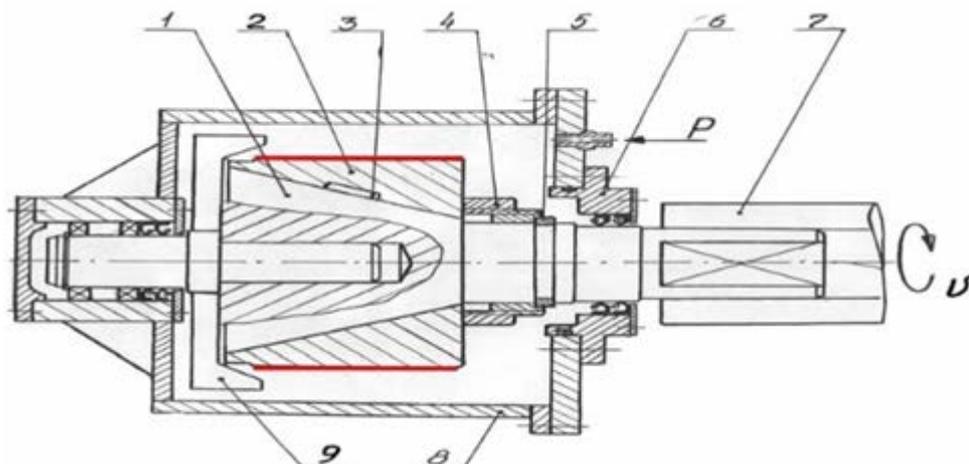


Рисунок 1 – Схема восстановления втулки цапфы жидкостно-абразивным методом

Обладая рядом преимуществ в скорости, простоте и точности технологического процесса, современный метод реставрации бронзовых втулок имеет такие недостатки, в основном связанных с размерами реставрируемой детали. Другие методы распределяют недоступность на толщину восстанавливаемой поверхности [3]. Ремонтные мастерские обычно используют метод изготовления втулок с помощью пластической деформации [1]. Технология восстановления – наплавка плазмой, которая обеспечивает целостность наплавленного слоя. Однако его использование для размера поставляемой детали рекомендуется только при ремонте внутренних размеров крышки до 3 мм. При расплавлении на внешней поверхности восстанавливается до 4,0 мм. Существуют варианты плавления, например, внешнее плавление в несколько слоев, когда поверхность изменяет ее переход в интерьер, что дает добиться ее совпадения. Намного выше, чем 4,0 мм. При нанесении такого количества слоев и уменьшение диаметра в значительной степени находятся элементами головки расплава и требуемыми материалами [3].

### Список литературы

- 1.Путрик, В.С. Перспективные способы восстановления втулок из бронзы / В.С. Путрик, А.С. Володин, М. Алсобх. – Текст: непосредственный // Современные научные исследования: теория, методология, практика: Сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции, Уфа, 06 декабря 2022 года. Том Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2022. – С. 63-68.
2. Сергиев, А.П. Восстановление поверхности втулок-цапф гидродинамических опор прокатных валков в жидкостно-абразивной среде / А.П. Сер-

гиев, А. Ю. Еременко. – Текст: непосредственный // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2005. – № 4(13). – С. 76-77.

3. Трофимов, А.А. Восстановление бронзовых втулок автоматической наплавкой / А.А. Трофимов, А.А. Кузьмин, Д.В. Третьяков. – Текст: непосредственный // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 80-86.

**УДК 631.334**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКАТЫВАЮЩИХ КАТКОВ В ПОЛЕВЫХ РАБОТАХ**

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т. н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены варианты улучшения прикатывающих катков, которые используются для проведения важной агрофизической операции как посев трав.*

***Ключевые слова:** посев, зерно, плотность, каток, крошение*

Физическое расположение сельского хозяйства во внешнем слое земли напрямую влияет на процесс выживания растений. Исходными и назначенными компонентами всей физики земли считаются ее плотность, а приемлемые добавки составляют наилучшие требования для жизни сельскохозяйственных культур и растений. Оптимальные результаты перекати поля подтверждаются после сбора урожая, особенно в районах с недостаточным увлажнением и землями с чрезмерно пористой структурой, с опытом районирования производства культуры. Это особенно успешно после прорастания небольших посевов семян. Сжатие поверхностного слоя связано с уменьшением общей пористости, воздушный слой разрушается некапиллярными порами, а повышенная теплопроводность ускоряет глобальное потепление. Увеличенный контакт зерна с землей ускоряет использование воды, оно становится мягким и зрелым, обеспечивая самый экологичный и срочный сбор культурных растений [3]. Работа в области сельскохозяйственной инженерии включает в себя тему, направленную на популяризацию задачи обработки почвы. Из-за своей формы и организации она называется культивационным катком, который имеет форму выступающего цилиндра равномерно по периметру. Выступы, как правило, повторяют внутреннюю линию цилиндра, образуя полуцилиндрическую поверхность, совпадающую с его оболочкой. К явным ограничениям на качество работ и влиянию сельского хозяйства на эти выступы можно от-

нести два фактора: ограничение глубины посадки и последующее снижение качества высева семян. В то же время, во время работы катка ударная нагрузка возникает из-за воздействия неровностей на почву, что приводит к смещению и повреждению растений. Все эти факторы определяют, что воздействие на почву в месте соприкосновения с грядой превышает ее допустимые характеристики [1]. Практически все сеялки, включая СЗС-2,1 и СКП-2,1, и большинство посевных комплексов сегодня используют различные типы катков для чередования обработки почвы и посадки. Технически этот метод не требует специальных катков. Так, в известной системе совместной посадки SCP-2,1 omitica за один прием обычно выполняются четыре технические операции: 1) посадка и уничтожение сорняков, 2) внесение минеральных гранулированных удобрений, 3) разбрасывание семян при посадке (с использованием нескольких лент), 4) специальные катки со стальными кольчатыми шипами для прикатывания почвы, одновременного вычесывания сорняков и формирования ветроустойчивой полевой плиты. При использовании для посадки кольчато-шпилечный каток считается завершающей операцией, обеспечивающей необходимое уплотнение наружного слоя почвы на глубину 0-8 см [3]. Продуктивность поля после уборки урожая во многом зависит от наличия воды в почвенном слое, и важной составляющей является толщина заделки. Ее влияние на продуктивность ржаного луга было обнаружено весной прорастание с рассеянным полимером четко обнаруживается при процедуре с накатанными кольцевыми зубьями и клиновидными роликами. На входе в рожь ровная поверхность выравнивается с помощью первого ролика и на всем протяжении толщины зерновой начинки (6...10 см) [2]. Распределительное устройство для лапового культиватора сеялки СЗС-2.1 спроектировано и изготовлено в пространстве под культиватором (рис. 1). Семена поступают в распределитель через семяпровод. Далее семена отражаются от распределителя и равномерно распределяются в подкрыльцовом пространстве каландра, что определяет подпочвенные распределительные полосы [2].

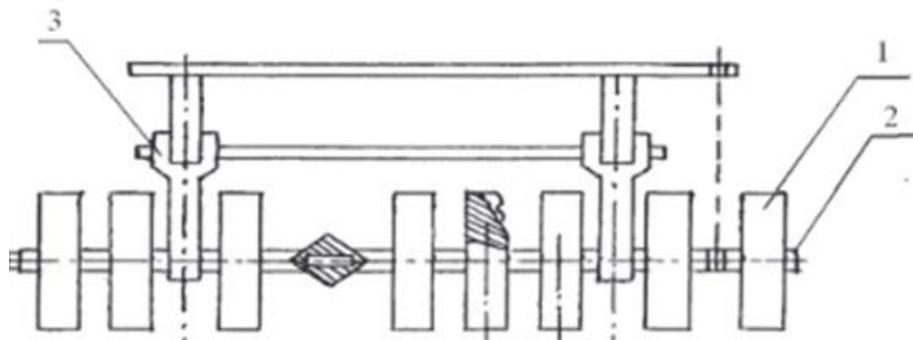


Рисунок 1 – Модернизированный каток к сеялке СЗС-2,1

По мере прохождения катка по поверхности поля почва измельчается, уплотняется и выравнивается режущими ножами, расположенными в

открытых квадратных отверстиях на детали катка. Степень деления грунта усиливается за счет оформления комков без их скатывания и формирования валика почвы вперед на область захвата катка-уплотнителя [1].

### Список литературы

1. Абдулин, Е.Ж. Разработка почвообрабатывающего катка для прикатывания почвы при обработке почвы и посеве семян / Е. Ж. Абдулин. – Текст: непосредственный // Инженер: научное и периодическое издание Инженерной академии Кыргызской Республики. – 2015. – № 10. – С. 184-186.
2. Раднаев, Д.Н. Агротехническое обоснование способа посева и рабочих органов сеялки зерновой стерневой / Д.Н. Раднаев, С.В. Петунов, Д.Ц.Б. Бадмацыренов. – Текст: непосредственный // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 2. – С. 67-70.
3. Юшкевич, Л.В. Эффективность прикатывания почвы при посеве зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, В.Л. Ершов. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(26). – С. 46-52.

УДК 631.362

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗЕРНОВОЙ СУШИЛКИ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: в статье рассмотрены варианты исполнения зерновой сушилки, определены технологии процесса сушки зерна и семян, а также отмечены недостатки предыдущих конструкций.*

*Ключевые слова: сушилка, зерно, температура, уборка урожая*

Ежегодно в мировом сельскохозяйственном отделении экономики появляется более трех миллионов тонн зерна, которое очищается от отходов до хранения и переработки. Многие заводы выпускают зерноочистительные аппараты исходя из этой проблемы. Технология сортировки круп по основным критериям остаются на протяжении нескольких лет, но проблемы качества технологий очистки зерна не улучшаются. Утрата при переработке зерна составляет 25%. Низкосортные компоненты злаков (пищевые продукты и отходы) в процессе деления содержат 50% зерен главного сорта. Большой процент остаточного загрязнения чистого зерна по сравнению с современными требованиями качества [4]. Существенным из основных элементов обработки зерна после сбора урожая есть сушка, где продукт достигается кондиционированной влажностью (до 15%). Технология

подготовки сырья для хранения должна обеспечивать его полную целостность. Применение современных решений с применением машин с огромной эффективностью значительно сократило время сбора урожая, в это же время, значительно повысило внимание к сушке. Использование сушилок с лучшими отметками эксплуатационного качества значительно сокращает время подготовки сырья перед продолжительным хранением, снижает утрату зерна в полевых условиях во время уборки урожая, что позволяет за малое время проделать действия перегрузки зерна с участка на специальную площадку вовремя и с максимальной точностью [1]. Утрата зерна на конечном этапе сбора зерна соотносится объему невыполненных трудовых затрат, элементов и очистке целой части натурального дохода. Основными причинами сложившейся ситуации являются отсутствие полезных источников регулирования линиями зерна в больших производственных действиях и определенных правил регулирования машины. Существующие технологии очистки зерна операции перегрузки реализуются в несколько этапов, а операции чистки (сепарации) – в 5 или 7 этапов. Следовательно, перегрузочные линии должны быть разделены на множество одинаковых, что дает действия для решения следующего процесса и обеспечивает его качество. Однако стационарные, прямоугольные и дисковые делители, применяемые в технологии процесса, не гарантируют качество разделения потока зерна [4]. Сушилки постоянного вида в виде шахты обязаны сократить содержание влаги в пшенице (ячмене, овсе) на 15% при полной нагруженности в рациионе. Изменение состояния поверхности семян и зерна в камере от постоянного деления секции шахты в части высокого обогрева не допускается достигать  $+6^{\circ}\text{C}$  у семени и  $8^{\circ}\text{C}$ . В случае, если влажность зерна отклоняется в допускаемом диапазоне у отдельных ящиков на дне сушильной камеры не достигнет  $+2\%$ . Устройство для разгрузки сушилок должно обеспечивать равномерное регулирование выработки зерна с интервалами, в 2-5 раза превышающими номинальную производительность. Детали сушилки должны не допускать вариант образования искр на убранное сырье. Сушилка должна иметь вентиляцию зерна перед сушкой, когда температура воздуха менее 18 градусов по Цельсию, при температуре, не превышающей 25 градусов по Цельсию, если температура направляемого воздуха более 17 градусов по Цельсию выше нагрева, превышающего состояние напора, не превышающую 8 градусов по Цельсию. Амплитуда постоянной температуры охлаждающего вещества, поступающей в отделение сушки в постоянном процессе, не могут достигать  $+5^{\circ}\text{C}$  [3]. На рисунке 1 показана схема устройства для сушки гранулированных элементов. Компонент имеет горизонтально намотанный 2-тоннель в виде цилиндрического стержня, перекачивающий насос, приемную емкость 1 и разгрузочный (газоотводящий) элемент 7 в образе приемного отделения. Перекачивающий насос состоит из 12 каналов подачи перетекаемого вещества (гранулированного сырья), 11 каналов подачи верхних стен (воздуха), 10

сопел, включая камеру смешивания 9. Обернутая втулка 2 горизонтально (представляющая полый цилиндр, установленный дном на горизонтальной подставке) установлена на поверхности 8. Намотка шланга 2 выполнена с появлением его свободного, нижних и верхних концов, расположенных вертикально. Труба подачи газа выполнена в виде перекачивающего насоса, в котором камера смешивания 9 соединена с верхним замком шланга. Приемная емкость 1 соединена с входной полостью 12 насоса перетекающего вещества, а отводящее соединение 7 соединено с нижним замком шланга 2. Для изменения формы втулки в виде намотанной проволоки по спирали конструкция устройства включает в себя 3 полые и 4 внешние удерживающие стойки, стоящие рядом, у одной крепится сверху, вторая - снизу целого бака, образованного втулкой.

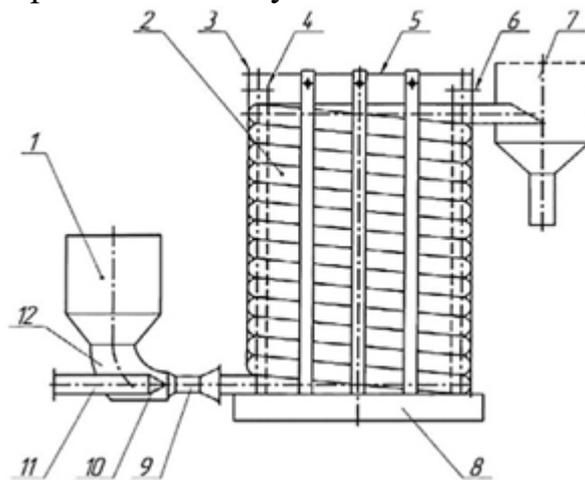


Рисунок 1 – Схема аппарата для сушки зернистых материалов

В результате, технологического процесса переработки зернового сырья после уборки определяет точные агрономические значения к сельскохозяйственным сушилкам и представляет собой такие элементы: приема и предварительной очистки зерна, активного проветривания, сушки, фракционирования, сортировки, перемещения и приема очищенного и высушенного зерна и образующихся отходов. В то же время процесс в конце уборки соотносится элементами получения зерна и выделение линий, технического уровня сельскохозяйственного оснащения техникой [3].

### Список литературы

1. Алтухова, Т.А. Модернизация сушилки зернистых материалов / Т.А. Алтухова, С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89. – № 2. – С. 149-153.
2. Андрианов, Н.М. Повышение эффективности функционирования зерновых сушилок / Н.М. Андрианов. – Текст: непосредственный // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 2. – С. 127.
3. Полубояринов, Д.С. Агротехнические требования, предъявляемые к зерновым сушилкам / Н.А. Полубояринов, Д.С. Манасян, И.С. Андгуладзе,

А.С. Манасян. – Текст: непосредственный // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск (26-27 марта 2013 года). – Ответственный за выпуск Ю.В. Платонова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2013. – С. 65-66.

4. Тишанинов, Н.П. Модернизация зерноочистительных технологий с сушилками карусельного типа / Н.П. Тишанинов. – Текст: непосредственный // Наука в центральной России. – 2020. – № 4(46). – С. 5-11.

**УДК 631.3**

## **СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ДВИЖИТЕЛЯ ТРАКТОРА НА ПОЧВУ**

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр*

*Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены варианты изменения ходовой системы трактора для снижения давления движителя на почву.*

***Ключевые слова:** трактор, почва, давление, сельскохозяйственные культуры*

Современные технологии разработки сельскохозяйственных культур требует большого количества операций, выполняемых энергоёмкими тракторами. Поскольку трактор часто проходит по полю, почва уплотняется движителями трактора и почвообрабатывающим оборудованием. Площадь уплотнения почвы достигает до 70% от всей площади поля за одну обработку почвы. Наибольшее уплотнение происходит из-за многократного пересечения машинно тракторного агрегата. Работа по возделыванию сельскохозяйственных культур при которой одинаковая или несколько ширины захвата плуговых машин характеризуют повторный след при прохождении тракторов друг за другом, что увеличивает давление машинно тракторного агрегата на грунт. В результате такого действия возникает сильное изменение почвы, что увеличивает глубину следа до 6 см и увеличивает плотность почвы до 2 г/см<sup>3</sup> [5]. В результате спадают агрофизические критерии грунта, а также ее воздушный тепловой и водный баланс, что пагубно влияет на жизнь растений и в завершении снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Снижение отрицательного воздействия на грунт во многом зависит от исследования и разработки высокоэластичных пневматических шин, которые изготовлены на основе новой рецептуры резины и материалов, в том числе каучуково-олигомерной композиции, способны работать при низком давлении без сокращения сро-

ка службы. В данный момент различные отечественные и зарубежные компании производят олигомерные покрышки. Давление приводов тракторов и других сельскохозяйственных машин на почву принято измерять нагрузкой, возникающей от пахотных и уплотняющих горизонтов опорного фундамента [2]. Исследуем касательную силу тяги. При вращении ведущего колеса почва ферментируется до различной степени эластичности посредством грунтозацепов, расположенных на опорной поверхности полотна. Также последний грунтозацеп имеет максимальную длину срезанной, сдвинутой и деформированной части почвы. Каждый трак упруго деформирует грунт до определенной степени, после чего грунтовые камни вырезаются и перемещаются. Будем считать, что за один оборот ведущего колеса количество неровностей, упруго деформирующих грунт, равно  $\gamma z$ . Здесь  $z$  – количество звеньев гусеницы, согласно динамическому радиусу колеса;  $\gamma$  – коэффициент, формирующий количество звеньев, связанных с упругим деформированием почвы [3]. Предложение заключается в разработке устройства для регулировки колес трактора под разные колеи с возможностью изменения расстояния между колесами, рисунок 1.

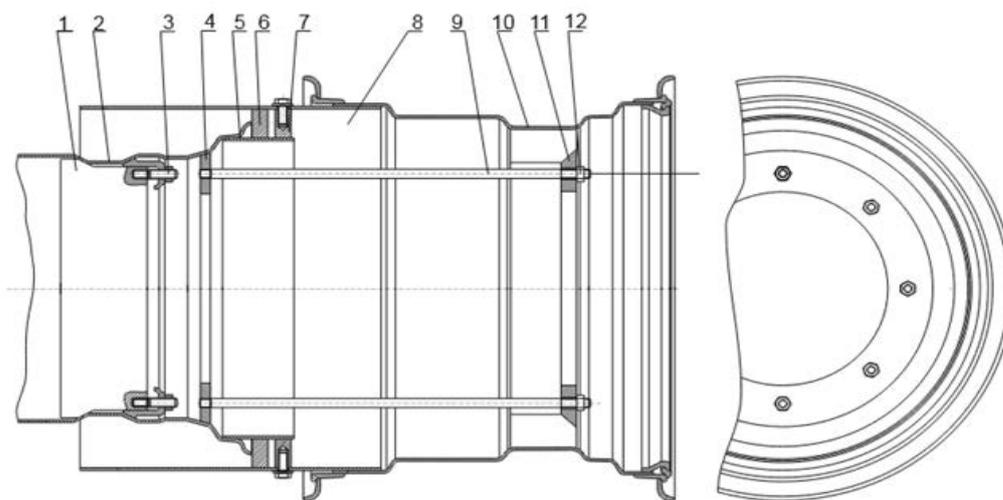


Рисунок 1 – Конструкция устройства

Рассмотрим две составляющие конструкции – стягивающий и проставочный элемент. Стягивающий элемент содержит опору 1, на которой имеется опорная кромка 2, прикрепленная к ней клином 3. Во внутренней части опорной кромки 2 жестко соединены два диска, некоторый представляет собой центр 6, а другой с резьбой 4, в которые ввинчены штифты 9. Другая сторона пальца проходит через посадочное отверстие упорной шайбы 11, установленной в кромке толкающего колеса 10, и крепится при помощи гаек 12. Между опорным диском 2 и диском толкающего колеса 10 поставлено проставочное кольцо, которое состоит из цилиндра-тяги 5, который одной стороной опирается на внутреннюю часть кромки опоры, а другой стороной плотно садится соединительное кольцо 7, с которым со-

единяется регулировочный цилиндр 8. Резьбовое соединение на второй стороне регулировочного цилиндра 8 переходит во внутреннюю часть обода скользящего колеса 10 [5]. При возделывании виноградников, использование трехколесных тракторов имеет ряд отклонений, основными из которых являются: нестабильная поперечная устойчивость; отрицательное техногенное давление на грунт; перенасыщение передних колес; необоснованное использование в транспортной работе из-за их плохой устойчивости. Такие недостатки частично отсутствуют в сельскохозяйственных тракторах полноприводной универсальной серии.

Использование таких тракторов дает возможность повышения эффективности труда, что возможно сохраняя устойчивость направленного пересечения машинно-тракторного агрегата, что позволяет существенно экономить энергоресурсы и снижает негативное влияние движителей на агрофизические свойства грунта. Однако недостаточный агротехнический выпуск затрудняет их реализацию, вызывая повреждение стеблей, уничтожение цветков и плодовых элементов и в конечном итоге снижение урожайности [1]. Из-за ограниченного расстояния между растениями хмеля, а также расстояния между однородными культурами (виноградниками и садовыми культурами) уплотнение почвы тракторными опорными колесами увеличивается в сравнении с полевым машинно-тракторными агрегатами на действии исследуемых тракторов (борона и обработка почвы) [4].

### Список литературы

1. Ахметов, А.А. К вопросу снижения отрицательного техногенного воздействия на почву движителя хлопководческого трактора / А.А. Ахметов, Ш.А.у. Ахмедов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул (15-16 февраля 2018 года). Книга 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 148-150.
2. Меликов, И.М. Агротехнические показатели олигомерных шин движителей колёсных тракторов класса 3 / И.М. Меликов. – Текст: непосредственный // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 3(43). – С. 42-49.
3. Нуржауов, А.К. вопросу взаимодействия движителей гусеничного трактора с грунтом / А.К. Нуржауов. – Текст: непосредственный // Наука и техника Казахстана. – 2003. – № 1. – С. 147-152.
4. Смирнов, П.А. Результаты исследования уплотнения движителями тракторов междурядья хмельника / П.А. Смирнов, Н.Н. Пушкаренко, А.П. Акимов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 2(49). – С. 131-137.
5. Шустов, А.А. Снижение негативного воздействия движителей энергонасыщенных тракторов путем расстановки колес на разную колею / А.А. Шустов. – Текст: непосредственный // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной науч-

но-практической конференции, Саратов (29-30 мая 2018 года). – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 480-483.

УДК 631.356

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены варианты модернизации картофелеуборочных комбайнов для улучшения технологического процесса сбора картофеля с поля

**Ключевые слова:** картофель, транспортер, почва, лента, погодные условия

Список данных из основных методов сбора картофеля включает его очистку, транспортировку и упаковку, где более сложным и энергозатратным (до 50% и выше) элементом операции является очистка. Сбор картофеля в существующих хозяйствах осуществляется с применением специальных машин, главными искомыми показателями выступают картофелекопатели. Сведения производительности картофелекопалок говорят, что, при невысокой эффективности и качестве уборке товара, класс утрат и повреждения семян часто не совпадает с сельскохозяйственными потребностями и особо возрастает в суровых погодных условиях [1]. Для усиления агрономических критерий картофелекопалок (комбайнов, копалок) на рабочие органы (копающие и отделяющие) крепят усиливающие детали. Также, основываясь на литературе, с целью повышения уровня деления на действующих элементах начального прохода ставятся вспомогательные органы, передающие на плиту подачи корневого шва, особо и устанавливаемые, в тоже время, над доской ленты с редкими балками. Существует также ряд усилителей, которые опираются на корневую пластину через ткань транспортера редкого луча. Важно, что крепление вспомогательного оборудования позволила объединить почвенно-климатические условия эксплуатации и улучшить агрономические критерии действия картофелемашин, но в то же время снижает технологическую надежность [2]. Из-за этого происходит усиление работы сбора картофелекопалок, включая совершенствование органов вспомогательной корзины, что составляет актуальную научно-техническую задачу [1]. Работая на грубых землях технология действия картофелекопалок оценивается главным образом эффек-

тивностью крошения комочков при воздействии на них сторонних сил до следующих размеров. Крошение клубней обычно происходит в два этапа действия: динамическая работа сепарирующей поверхности и сильное давление режущими листами [3]. Конструкторы разработали вспомогательный элемент с подвижной частью, который выполнен наподобие ряда параллельно расставленных крутящихся колес. У каждого колеса закреплен рабочий диск, выполненный в виде жестких деталей прямоугольного сечения и закрепленных на ведущих колесах периодически. Начало планок крепится к колесам стационарно, а другой валик размещен для открытого сдвига рядом с осью (рис. 1) [2].

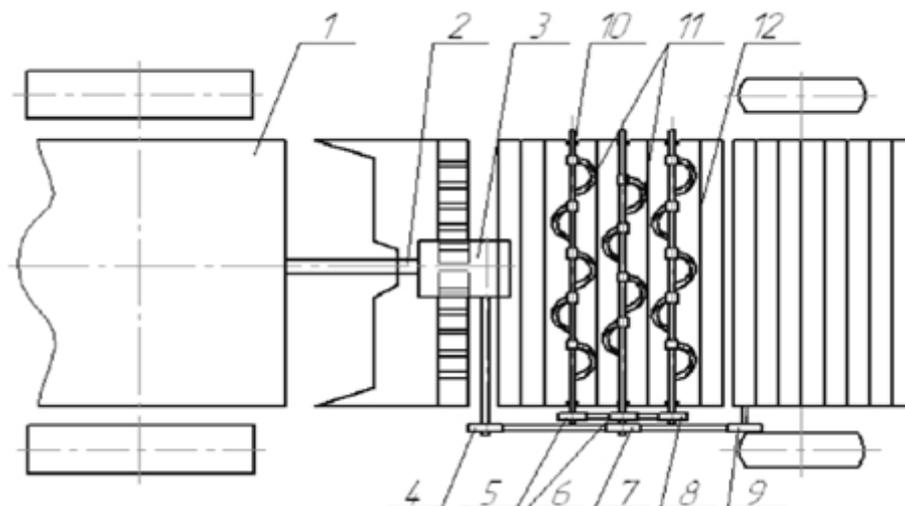


Рисунок 1 – схема картофелеуборочной машины

Сокращение ударов и рост количества клубней в ковше помогло повысить эффективность картофелеуборочных машин, это сказалось на экономических критериях производительности используемого модуля [1].

### Список литературы

1. Безносюк, Н.В. Адаптирующий модуль выносной сепарации картофелеуборочных машин / Р.В. Безносюк, Н.В. Цыганов, В.А. Даденко, Г.К. Рембалович. – Текст: непосредственный // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 7-2. – С. 10-13.
2. Евтехов, Д.В. К вопросу повышения эффективности работы органов сепарации картофелеуборочных машин / Д.В. Евтехов, С.Т. Кодиров, А.В. Зеленев. – Текст: непосредственный // Техника и технологии: пути инновационного развития: Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Курск, 30 июня 2020 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 154-157.
3. Камалетдинов, Р.Р. Особенности разрушения почвенных комков на просеивающих сепараторах картофелеуборочных машин / Р.Р. Камалетдинов, З.С. Рахимов, Р.К. Абдрахманов. – Текст: непосредственный // Вестник Ка-

УДК 631.173

## ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье рассмотрены показатели эффективности использования жидкого азотного удобрения, рассмотрен принцип работы устройства для внутрипочвенного внесения КАС 32.

*Ключевые слова:* полезные вещества, жидкие удобрения, почва, азот, урожайность

Во время весны талая вода вымывает полезные элементы с поверхности в канавы и бугры, а также из земли в самую глубокую часть обрабатываемых земель, что необходимо для выращивания культур. Азот удаляется из земли, а затем земля тратит фосфор и калий. В то же время структура земли становится все более скудной, и запасы необходимо восполнять. Чередование таких элементов в группе при внесении удобрений дает возможность растению восполнять питательную базу, наращивать бутоны, отращивать злаки, плоды и цветы. Так хорошо продуманное сочетание органического и минерального удобрения может гарантировать отличные результаты [3]. От вида удобрения, способа ввода и дозировки зависит урожайность и характеристика семян. Огромные преимущества жидкого элемента (КАС-32) заключаются в том, что они обеспечивают различную конфигурацию азота и преподносят долгосрочное воздействие на растительность, что помогает в неурожайные времена. Это чрезвычайно важно при разработке технологии "без обработки почвы" в сельскохозяйственной промышленности и обеспечении органическими материалами в полевых условиях. Состав, используемый для внесения удобрений в почву, позволяет моментально и эффективно доставлять нужное отношение витаминного материала в землю в общедоступной конфигурации. Таким образом, были сформированы требования, позволяющие более эффективно применять агроклиматические ресурсы земли, что позволило повысить всхожесть сельскохозяйственных культур и снизить траты на выведение семян [1]. Мембранный насос подает текучие удобрения в сеялку, которые вносятся в землю. Эта технология используется для высева и однократного внедрения питательных элементов. Непосредственное применение жидко-

го удобрения во время посева может стимулировать рост культур и сокращает количество рядов. FES–6000 применяется с сеялками. В 2022 году АО "Агротехника", принимая во внимание высокое применение современных аппаратов для введения питательных веществ в почву, включая cas для посадки корнеплодов сельскохозяйственного назначения, исследовало и выполнило эффективный выравнивающий аппарат, который также применяется с помощью FES-6000 [4]. Основным компонентом каждого иньектора считается водило с иглой из нержавеющей стали. Не менее важным элементом является пружинная стойка, которая должна быть соединена с балкой и выполнять одинаковое введение жидкого удобрения на нужную глубину. Ход колес с рабочим органом содержит 23 см, а расстояние в продольном направлении - 15 см. Централизованное выделение элементов в колесе для впрыскивания гарантирует, что подача удобрений может осуществляться только с помощью тонкой форсунки для впрыскивания (спиц) (рис. 1) [3].

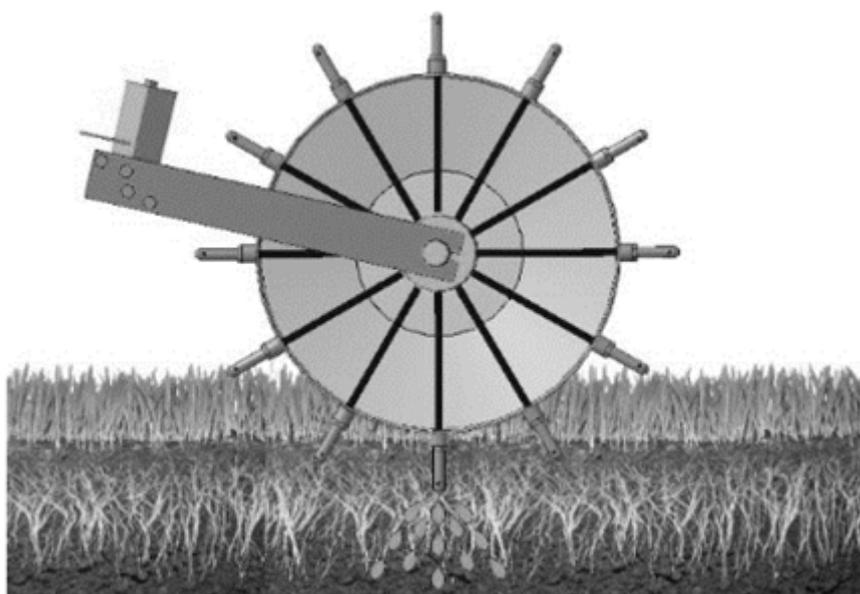


Рисунок 1 – Схема колеса с рабочими органами иньектора

С точки зрения количества осадков и содержания влаги в земле, как в 2020 году благоприятствуют росту и развитию многолетних трав во многих областях, принимая во внимание использование жидких элементов аммиачной селитры. В тоже время исследования показали, что типичные питательные вещества CAS-32 в засушливых регионах имеют главную позицию по всходам перед твердыми удобрениями, поскольку по сравнению с твердыми удобрениями вода таких элементов имеет значительное преимущество по урожайности [4]

#### Список литературы

1. Беляев, В.И. Эффективность применения различных форм азота при возделывании ярового рапса и сои в Алтайском крае / В.И. Беляев, В.Э.

Буксман, Р. Е. Прокопчук. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 2(58). – С. 12-18.

2. Зорина, Н.А. Влияние норм внесения удобрения аммиачной селитры на продуктивность ячменя / Н.А. Зорина. – Текст: непосредственный // Наука молодых – будущее России: сборник научных статей 7-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 12-13 декабря 2022 года / Р. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 473-477.

3. Медведев, Д.С. Инъекторы и ликвилайзеры – наиболее передовые машины внесения жидких минеральных удобрений / Д.С. Медведев. – Текст: непосредственный // Научное творчество студентов – развитию агропромышленного комплекса: сборник студенческих научных работ, Брянск, 25 мая 2022 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 194-200.

4. Милюткин, В.А. Эффективность новой опции агрегата FDC-6000 за счет ликвилайзера для внутривпочвенного, инъекторного внесения жидких удобрений – АО "Евротехника" на озимой пшенице / В.А. Милюткин, Н.Г. Длужевский, В.Э. Буксман. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 3(15). – С. 31-39.

**УДК 636.084.74**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОДНОРОДНОСТИ СМЕСИ ОТ ВРЕМЕНИ СМЕШИВАНИЯ**

*Фомин Иван Вадимович, студент-магистрант  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** *в статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований горизонтального ленточного смесителя, исследования зависимости однородности смеси от времени смешивания*

**Ключевые слова:** *смесь, смеситель, смешивание, коэффициент однородности*

С целью проведения экспериментальных исследований, основываясь на результатах теоретических исследований, был разработан горизонтальный ленточный смеситель.

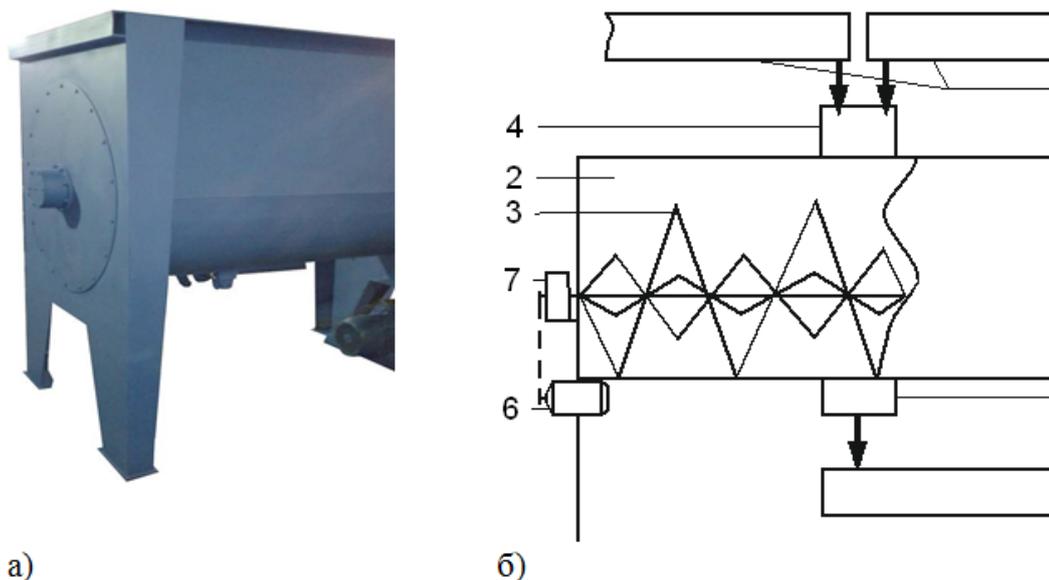


Рисунок 1 – а) Смеситель имеет следующие основные элементы: корпус (1), камеру смешивания (2), ленточный шнек (3), загрузочный патрубок (4), выгрузной патрубок (5), двигатель (6), редуктор (7), загрузочный шнек (8) и выгрузной шнек (9).

б) Конструктивно-технологическая схема смесителя включает корпус (1), внутри которого расположена камера смешивания (2). В камере находится ленточный шнек (3). Загрузочный патрубок (4) используется для подачи материалов в камеру, а выгрузной патрубок (5) - для выгрузки готовой смеси. В верхней части смесителя установлен двигатель (6), который через редуктор (7) приводит в движение ленточный шнек. Загрузка исходных материалов осуществляется с помощью загрузочного шнека (8), а выгрузка готовой смеси - с помощью выгрузного шнека (9).

Смеситель состоит из корпуса в виде чаши 1, камеры для смешивания 2 и рабочего органа 3, который выполнен из трех ленточных шнеков различных диаметров и шагов (разработанных согласно расчетам). Кроме того, смеситель оборудован загрузочным патрубком 4, выгрузным патрубком 5, двигателем 6 и редуктором 7 (см. рис. 1, б).

Работа смесителя происходит следующим образом: через загрузочный патрубок 4 смеси попадают в камеру смешивания 2. Там, благодаря ленточному шнеку 3, запущенному двигателем 6 с помощью редуктора 7, смеси смешиваются и затем выводятся через выгрузной патрубок 5. Благодаря особой конструкции шнека материал внутри камеры вращается слоями (рис. 1), что увеличивает эффективность смешивания смесей, снижает затраты энергии на весь процесс работы и выдает полную выгрузку готовой смеси из смесителя.

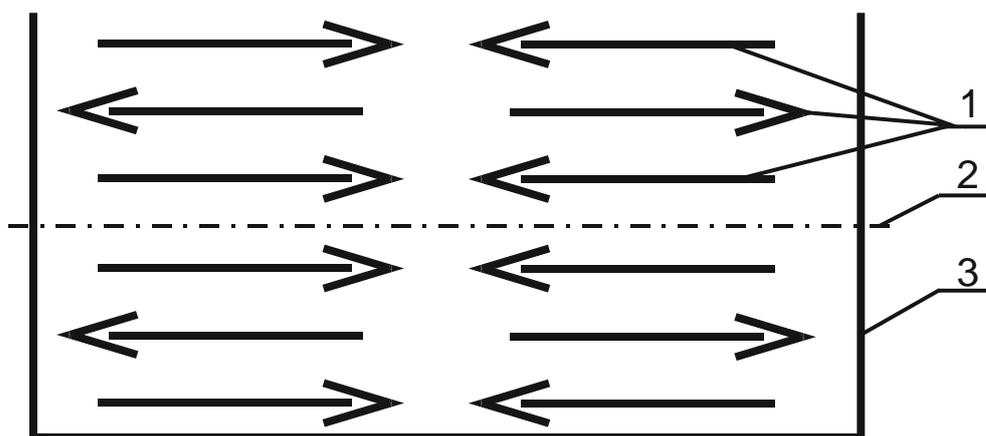


Рисунок 2 – Схема движения материалов в камере смесителя вдоль оси вала представляет собой:

1 – движущиеся в направлении смешивания материалы, 2 – ось вала смесителя, 3 – корпус смесителя.

Исследования смесителя проходили в лаборатории с применением данной технологической схемы: смешиваемые смеси благодаря загрузочному шнеку 8 (см. рис.1, б) через загрузочный патрубок 4 подавались в камеру смешивания 2. Далее, с помощью ленточного шнека 3, ингредиенты смешивались и из них брались образцы. Далее готовая смесь через выгрузочный патрубок 5 перемещалась в выгрузной шнек 9.

Для того чтобы определить нужное время смешивания ингредиентов, были произведены однофакторные эксперименты, в результате которых была выведена зависимость коэффициента однородности готовой смеси от времени смешивания (см. рис.3). В основу была взята смесь ячменя (80%) и ржи (20%). В качестве последнего ингредиента использовался горох (количеством 12% от смеси). Эксперименты проводились 3 раза, после чего вычислялось среднее значение в каждом опыте.

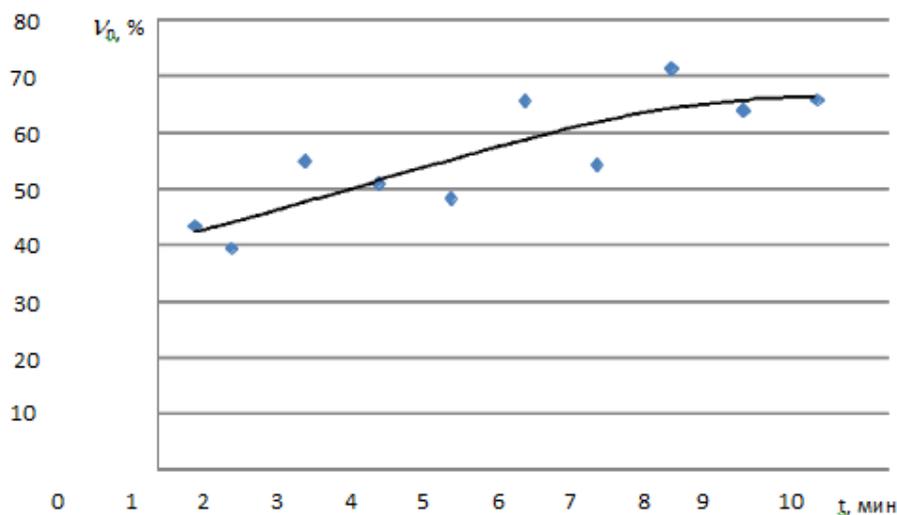


Рисунок 3 – График зависимости коэффициента однородности смеси от времени смешивания

Уравнение кривой, представленной на графике 3, имеет следующий вид

$$V_c = 40,67 + 2,97t + 0,31t^2 - 0,04t^3. \quad (1)$$

Зависимость, приведенная уравнением 1, представляет собой полиномиальную кривую в третьей степени. Точность аппроксимации равна  $R^2 = 0,722$ . Среди всех возможных типов регрессионных кривых, полиномиальная кривая третьей степени имеет наибольшую точность аппроксимации, равную 0,722. Оценка надежности по критерию Фишера подтвердила достоверность аппроксимации (расчетное значение (20.77) превышает табличное (5.32) при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ ).

Анализ этой зависимости (см. рис. 3) доказывает, что в промежутке времени от 1 до 6 минут однородность смеси постепенно растет до 63%, а в интервале времени от 6 до 8 минут изменение однородности смеси наименьшее. В результате, чтобы достичь наибольшей однородности смеси, нужно время работы смесителя составляет 6-8 минут. В результате, при дальнейших исследованиях время смешивания было зафиксировано в интервале от 4 до 8 минут.

#### Список литературы

1. Теоретическое исследование влияния параметров смешивания на время смешивания и качество смеси разнородных дисперсных материалов / В.Е. Мизонов, А.В. Митрофанов, И.А. Балагуров, Н. Berthiaux, В.А. Зайцев. – Текст : непосредственный // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №5.
2. Почеревин, А.В. Исследование влияния параметров процесса смешивания на однородность приготавливаемых смесей в планетарном смесителе / А.В. Почеревин, С.А. Светлов. – Текст : непосредственный // МНИЖ. – 2016. – №4-2 (46).
3. Эзергайль, К.В. Взаимосвязь молочной продуктивности коров, особенностей поведения и способа скармливания концентрированных кормов / К.В. Эзергайль, В.А. Чучунов. – Текст : непосредственный // Известия НВ АУК. – 2010. – №2.
4. Инновационная техника и высокоэффективная технология приготовления кормосмесей на молочных фермах / Ш.А. Акмальханов [и др.]. – Текст : непосредственный // Техника и технологии в животноводстве. – 2017. – №4 (28).
5. Фролов, В.Ю. Шнековый смеситель концентрированных кормов / В.Ю. Фролов, А.В. Бычков, К.П. Рытов. – Текст : непосредственный // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – №184.

## ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ ШТАПЕЛИРОВАНИЯ ВОЛОКНА

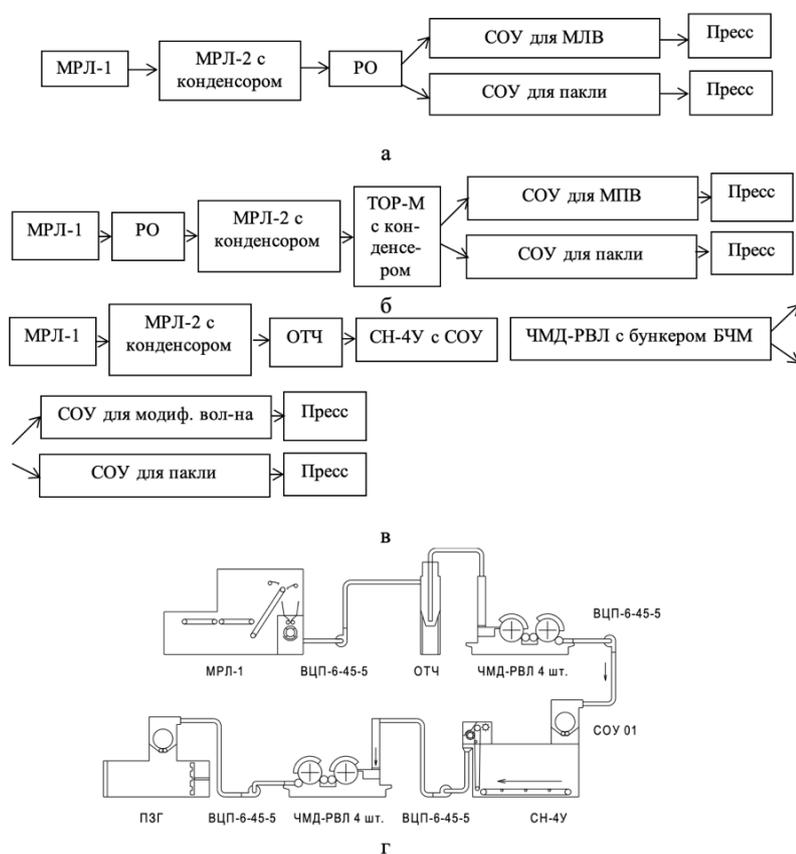
*Цыганов Андрей Николаевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

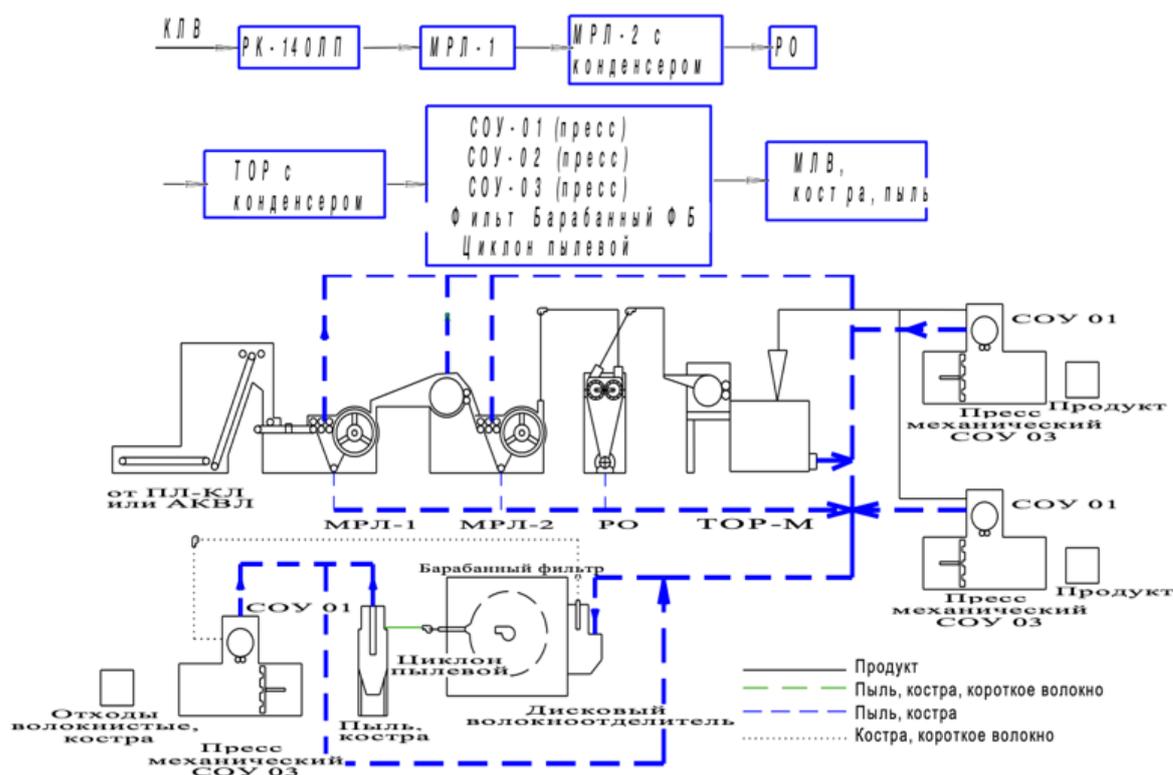
**Аннотация:** в статье представлен обзор технологических линий для штапелирования волокна.

**Ключевые слова** лен-долгунец, льнотреста, льнолента, штапелирование волокна

Значение льна для народного хозяйства страны трудно переоценить. Лен является стратегической культурой для сельского хозяйства РФ. На заводах России для первичной переработки льна применяют как классические отечественные, так и зарубежные агрегаты, которые не всегда являются эффективными для переработки лубяных культур [1-7].

На рисунке 1 представлены линии для получения модифицированного волокна из короткого льноволокна по механической технологии, которая предлагается ООО ИПФ «ТексИнж» (Иваново) для различных предприятий, в том числе для льнозаводов.





Д

Рисунок 1 – Состав линий для модификации льноволокна  
ООО ИПФ «ТекИнж» (Иваново)

Линии, представленные на рисунке 1а и 1б, применяются на небольших льнозаводах, являются упрощенными и позволяют вырабатывать до 250 кг/ч модифицированного волокна с массовой долей костры 2-6% для изготовления льнохлопковой ткани, льняной хирургической ваты, нетканых высокосорбционных материалов медицинского, бытового и промышленного назначения, льняной целлюлозы, а также экологически безопасных мебельных и строительных костроплит.

Линии на рисунке 1а и 1б можно агрегировать с куделеприготовительным агрегатом. Например, в ЗАО «Знаменский лен» Омской области линия «а» успешно агрегирована с трепально-очистительной машиной ТОМ-Л2.

Линии на рисунке 1в и 1г применяются на более крупных предприятиях. Технологическая линия на рисунке 1в позволяет выпускать модифицированное льноволокно с изменяемыми параметрами для производства различных видов изделий.

Линия на рисунке 1д предназначена для выпуска модифицированного льноволокна с изменяемыми параметрами для производства различных видов изделий с пропуском короткого льноволокна до 350 кг/ч и выходе котонизированного волокна 60-70%. Она успешно применяется в Алтайском крае, Ярославской области и др.

На рисунке 2 представлены составы малозатратных линий с использованием известных отечественных машин, применяемых в производстве крученых изделий и межвенцовых утеплителей.

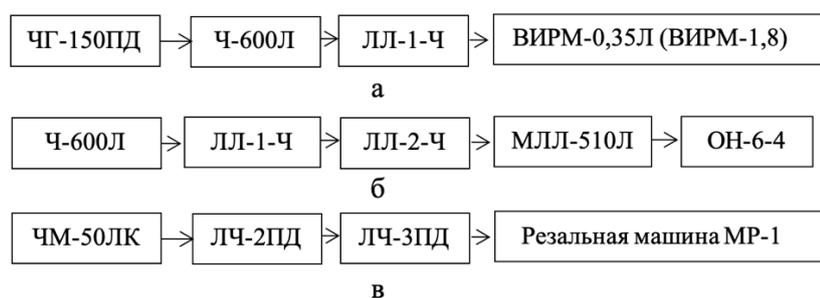


Рисунок 2 – Предлагаемые составы малозатратных линий модификации:  
 а – ЦНИИЛКА (Москва); б – КГТУ и ГНУ ВНИИЛК;  
 в – ООО «Промтекс» (Кострома)

На рисунке 3 представлены линии котонизации, предложенные институтом химии растворов РАН (Иваново) и ОАО «Легмашдеталь» (Тверь). В цепочках на рисунке 3 вместо грубочесальной машины можно использовать линию ПЛ-150Л(П1).



Рисунок 3 – Состав линий для модификации волокна:  
 а – Института химии и растворов РАН (Иваново);  
 б – ОАО «Легмашдеталь» (Тверь)

В Костромском технологическом университете под руководством профессора Корабельникова Р.В. был разработан прототип линии для получения, котонизированного льняного волокна (рис. 4). Линия включает в себя устройство для штапелирования волокна, а также установку для утонения и очистки волокна.

Установка для штапелирования волокна использует принцип контролируемого разрыва волокон, который реализуется следующим образом. Волокно в виде ориентированного слоя или ленты подается на питающий лоток, затягивается питающим валом под педальные рычаги, которые

предназначены для надежного прижима слоя волокна к тумбочкам питающего вала.

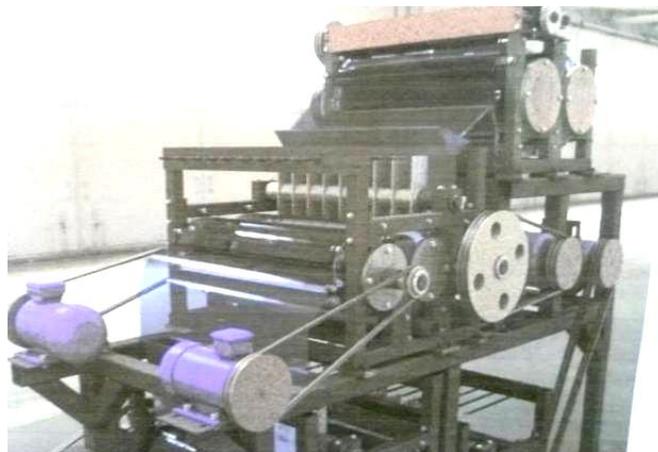
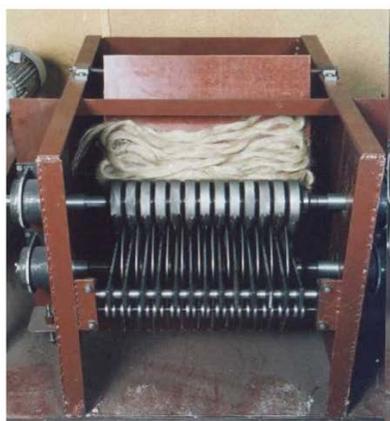
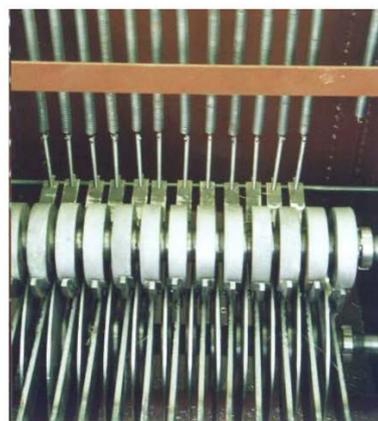


Рисунок 4 – Общий вид прототипа промышленной линии для котонизации

На рисунке 5 представлен общий вид штапелирующей установки. Установка утонения и очистки состоит из нескольких очистителей различных типов, установленных вертикально на одной раме.



а



б

Рисунок 5 – Общий вид штапелирующей установки:

а – со стороны питающего вала; б – прижимные рычаги

Она имеет модульный принцип, что позволяет конфигурировать ее в зависимости от вида перерабатываемого волокна и требуемых качественных показателей котонина, а ее вертикальная компоновка позволяет сократить занимаемую площадь. В установке используются очистители-котонизаторы и очистители с делителями холстика.

Производительность линии составляет 150 кг/ч при длине горстей льна 1000 мм. Длина получаемого волокна может регулироваться от 15 до

45 мм при проценте их содержания до 70%, линейной плотности 0,8-1,2 текс и засоренности до 2%.

В Калужской области производится модифицированное волокно со средней массодлиной 40-65 мм, линейной плотностью 4 текс и массовой долей костры не более 1%. Для этого используется оборудование первичной обработки льна и тонкая чесальная машина: малогабаритный агрегат АЛС-1, очиститель короткого волокна ОКВ-1, трясильные машины Т-150Л, ТОМ-Л2 и тонкая чесальная машина ЧММТ.

Общими недостатками линий штапелирования являются: большая металло-энергоёмкость, высокая их цена, часто невысокая производительность и невозможность оперативной переналадки в процессе работы отдельного оборудования в зависимости от изменяющихся свойств исходного сырья.

В связи с чем, необходимо разрабатывать более совершенное оборудование для штапелирования, которое исключало бы недостатки (получалось волокно нужной длины и линейной плотности), указанные выше и при этом механизмы были бы максимально адаптированы к условиям отечественных льнозаводов.

### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молодежь и инновации – 2013: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых: в 4-х частях. 2013. – С. 348-351.
3. Шушков, Р.А. Особенности процесса досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 84-92.
4. Патент 2524265. Российская Федерация. Устройство для сушки рулонов льна: №2012152685/13: заявл. 06.12.2012: опубл. 27.07.2014 / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский, Н.Н. Кузнецов, В.Д. Попов, А.В. Зыков, А.Н. Власенков. – 7 с. – Текст: непосредственный.
5. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Международный агроэкологический форум: материалы Меж-

дународного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 141-146.

6. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.

7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

**УДК 004.383.8**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в аграрной сфере России представляют одно из наиболее перспективных направлений, в котором наблюдается стремительный рост спроса. Для обеспечения точного земледелия непрерывно разрабатываются и совершенствуются их технические характеристики вместе с программным обеспечением, что позволяет эффективно собирать и обрабатывать информацию в кратчайшие сроки.*

*Благодаря таким мерам, дроны становятся востребованным инструментом ведущих российских агропромышленных холдингов*

***Ключевые слова:** Особенности, БПЛА, точное земледелие, сельское хозяйство*

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – это летательный аппарат без экипажа на борту, способный обладать разной степенью автономности – от управляемого дистанционно до полностью автоматического режима, а также различаться по конструкции и назначению [1]. Они используются в коммерческих целях с 1980-х годов.

Одним из важных аспектов в сельскохозяйственной отрасли является мониторинг площади посадки. Для достижения максимальной эффективности в сельском хозяйстве необходимо обладать актуальными и точными данными о площади полей, рельефе и особенностях грунта. Использование беспилотных аппаратов является самым простым и эффективным способом получения подобной информации. Особенностью БПЛА является то, что за несколько минут полета можно собрать полноценные данные о изучаемом участке, создать ортофотоплан и 3D-модель рельефа. Это обеспечивает полный контроль над сельскохозяйственными процессами и возможность принимать своевременные решения по их корректировке.

Для наблюдения за полями используют два вида БПЛА, отличающиеся своей конструкцией и летными характеристиками:

➤ Самолетные дроны [2], или летающие крылья, представляют собой удобный вариант для облета обширных территорий благодаря высоким аэродинамическим характеристикам. Эти БПЛА хорошо подходят для мониторинга больших объектов на расстоянии, но из-за своей конструкции они не могут стационарно зависать над объектом или работать на ограниченной территории.



Рисунок 1 – Дрон самолетного типа eBee Plus

➤ Коптерные беспилотники [3], или дроны, могут быть оснащены разным числом винтов, что идеально подходит для точной съемки в месте, обследования небольших земельных участков, создания трехмерных моделей и проведения разведки. Квадрокоптеры отличаются простотой конструкции, стабильностью в полете и надежностью. Однако у них есть свои недостатки, такие как невысокая скорость и ограниченное время полета, что ограничивает радиус действия по сравнению с самолетными дронами.



Рисунок 2 – Коптерный беспилотник

Технологически оснащенные беспилотники в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции:

1) Аэрофотосъемка [4] с помощью дрона позволяет обнаружить просадки, убытки урожая из-за воздействия природных факторов и другие дефекты, требующие немедленного исправления. Этот метод обеспечивает более детальное изображение благодаря низкой высоте полета по сравнению со спутниковой съемкой. Беспилотные системы также способны снимать даже при ветреной погоде и облачности.

2) Видеосъемка с дрона показывает очень высокую производительность, достигая 30 квадратных километров в час, что значительно сокращает временные и финансовые расходы по сравнению с обзором с земли или пилотируемой авиацией.

3) 3D моделирование позволяет выявить участки с избыточной или недостаточной влажностью, осадки грунта, эффективно планировать методы орошения или дренажа, восстановление земель или мелиорацию [5].

4) Тепловизионная съемка проводится с использованием инфракрасного излучения разных диапазонов, позволяя определить созревание растений, что непосредственно влияет на урожай и сохранение его качества.

5) Лазерное сканирование применяется для изучения местности на труднодоступных участках, предоставляя точную модель рельефа даже в условиях густой растительности [6].

6) Опрыскивание с дронов позволяет проводить точечную обработку растений, что позволяет фермерам обрабатывать только нужные растения, минимизируя использование химикатов и увеличивая урожайность [7].

Активный интерес к применению БПЛА вызван рядом выраженных преимуществ технологии: исследования проводятся быстро, что экономит время фермеров; всего за один день съемки можно проверить участки

площадью до 5 тыс. гектаров; результаты обладают максимальной точностью; информацию можно анализировать в реальном времени; можно своевременно оценить качество выполненных работ на поле; предоставляется детальный контроль за каждым участком на всех этапах сельскохозяйственных процессов.

Использование беспилотных аппаратов помогает не только провести подробный анализ факторов, влияющих на растения, но и оптимизировать производство для достижения максимальной эффективности при рациональном использовании ресурсов. Регулярная съемка позволяет вносить данные в техническую документацию с указанием времени, что облегчает оценку последствий неблагоприятных условий.

Кроме преимуществ, работа с дронами имеет ряд недостатков, среди которых: требование получения специализированного разрешения для осуществления полетов; влияние качества съемки наличием опытного оператора и эффективного программного обеспечения; ограничение дальности полета из-за ограниченной емкости аккумуляторов. [8]

Таким образом, применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельском хозяйстве обладает значительным потенциалом, и интерес к их использованию постоянно возрастает. Внедрение БПЛА в сельское хозяйство является инновацией для России, особенно при выполнении задач точного земледелия. Благодаря прогрессу технологий, БПЛА будут широко использоваться во всех сферах человеческой деятельности, включая сельское хозяйство, что приведет к значительному увеличению производительности труда и снижению издержек производства.

### Список литературы

1. Беспилотные летательные аппараты: учебное пособие / С.Н. Денисенко, А.Ю. Смирнов, А.М. Хрусталеv, И.Г. Штеренберг. – Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2023. – 115 с. – Текст: непосредственный.
2. Патент 167119. Российская Федерация. Газогенератор: № 2016113670/05: заявл. 08.04.2016; опубл. 08.04.2021 / А.Л. Бирюков, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный.
3. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – С. 99-111.
4. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных свойств бензиновых двигателей за счет применения топливоводяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Международная научно-техническая конференция. – 2007. – С. 342-346.
5. Бирюков, А.Л. Оценка качественных показателей образования топливоводяных смесей в системах питания бензиновых двигателей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Научное управление каче-

ством образования. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – 2007. – С. 142-146.

6. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // В сборнике: Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – 2009. – С. 119-126.

7. Бирюков А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей / А.Л. Бирюков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Текст: непосредственный.

8. Бирюков, А.Л. Результаты эксплуатационных испытаний автомобильного двигателя ВАЗ-21110 при работе на топливно-водной смеси / А.Л. Бирюков. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – С. 45-50.

**УДК 631.152.2**

## **ОБЗОР СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр  
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены агротехнологии в системах мониторинга и навигации для сельскохозяйственной техники. Системы призваны помочь автоматизировать процессы, снизить затраты и повысить точность проводимых работ в режиме реального времени.*

***Ключевые слова:** агронавигаторы, мониторинг, сельскохозяйственная техника, автоматизация*

В современном мире всё больше сельскохозяйственных предприятий внедряют программные обеспечения, направленные на автоматизацию и цифровизацию своей деятельности. Технологии развиваются быстрыми темпами и от них никуда не уйти. Сфера сельского хозяйства становится всё более высокотехнологичной, а системы мониторинга и контроля начинают пользоваться большим спросом.

Данные системы позволяют руководству отслеживать рабочие часы, контролировать качество выполненных работ и оптимизировать процесс обработки полей.

Принцип работы таких систем прост – устанавливаются модули спутникового мониторинга и датчики на нужную сельскохозяйственную технику [1]. Информация с приборов пойдет прямо на сервер, после этого обрабатывается программным обеспечением. В программе уже реализована система отчетов, и она сама даст вам всю необходимую информацию по работе в удобном виде, будь то графики, диаграммы или таблицы.

Рассмотрим наиболее распространенные системы мониторинга.

«АВТОГРАФ». Является разработкой челябинских специалистов группы компании «ТехноКом» [2], на базе высокотехнологического оборудования и многоплатформенного программного обеспечения. Позволяет организовывать контроль над перемещением техники, следить за её статусом, а также осуществлять контроль над использованием людских и материальных ресурсов. В арсенале спутникового мониторинга присутствует навигационное оборудование, датчики (рисунок 1), специализированное оборудование



Рисунок 1 – Передатчик GSM-GPS (ГЛОНАСС)

Все они объединены в комплекс и с помощью их:

- Определяются местоположение техники
- Контролируются режим транспортировки груза
- Следят за расходом топлива, работой двигателя и всё это в реальном времени
- Оценивается эффективность работы персонала, оборудования
- Учитывается состояние спецтехники

Автограф вовремя предупредит о прекращении подачи семян, позволит с высокой точностью вести обработку полей, проверит соблюдение технологического процесса, отследит изменение температуры влажности и прочие параметры хранилища.

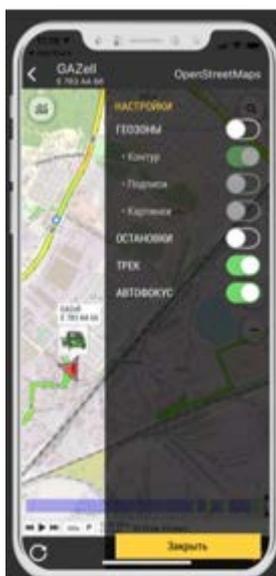


Рисунок 2 – Приложение AutoGRAPH.Mobile

«Wialon» (виалон). Система спутникового мониторинга транспорта и стационарных объектов – облачная и серверная, универсальная, работает с любым оборудованием [3]. В её функционал входит:

- Отслеживание расхода топлива с точность до миллилитра
- Развитая система логистики позволяет добраться до места быстрее
- Отслеживание объектов и событий на подконтрольном участке (рисунок 3)
- Анализ параметров датчиков
- Предотвращать аварии и повышенный износ техники
- Видео мониторинг. Дает возможность видеть дорогу и водите-

ля

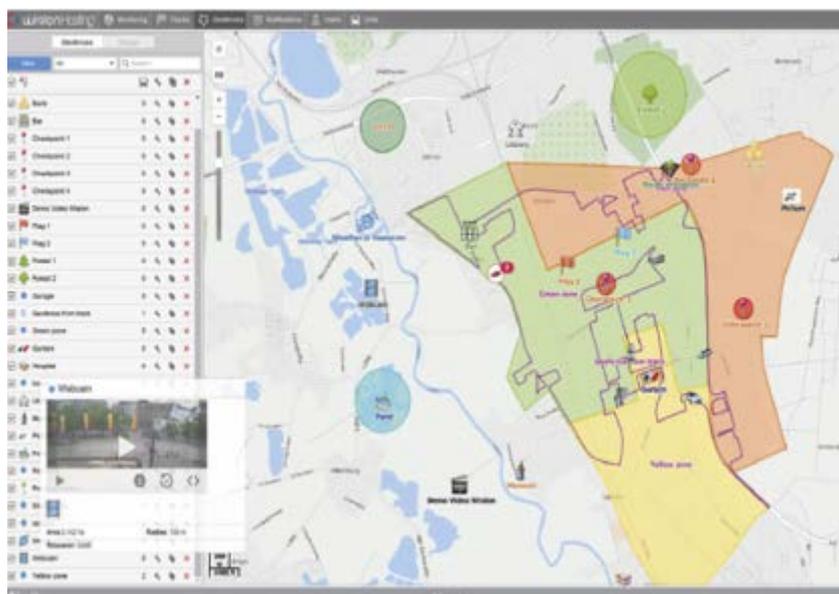


Рисунок 3 – Мониторинг техники на подконтрольном участке

«АгроСигнал». Системы «АгроСигнал» являются неотъемлемыми помощниками агронома: наблюдают за здоровьем полей и растений и оперативно принимают меры [4]. Агрономический блок имеет в составе четыре важные функции: мониторинг погодных условий, показатель вегетации, проведение точечных обследований, внесение удобрений и средств защиты.

Также, систем способна автоматизировать все процессы учета: обработка площадей, график персонала, групповые планы, отчет по работе техники. На устройстве будут представлена детализация простоев и выполненного плана (рисунок 4); доступны для выгрузки путевые листы, где предоставлен весь график работника.

«АгроСигнал» имеет возможность проанализировать данные с любых устройств, которые установлены на средствах передвижения, как с gps-трекеров, датчиков движения, топлива, анализаторов сливов, так и с датчиков выгрузки шнека или ключей смен механизаторов [5].

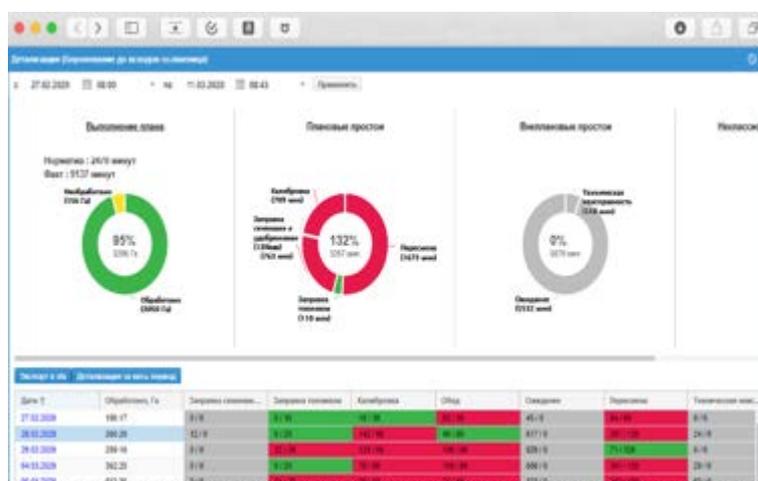


Рисунок 4 – Контроль компаний и простоев

Программа не обошла стороной и кадастровый учет [6]. В систему можно вносить и хранить полную информацию о кадастровых участках, сравнивать юридические и фактические площади и определять, какие участки пересекаются.

«АГРОнавигация». Это навигационное оборудование предусмотрено для сельскохозяйственной техники, чтобы свести ошибки при работе на полях к минимуму. Компания предлагает обширный спектр оборудования: агронавигаторы, системы параллельного вождения, подруливающие устройства, автопилоты, курсо-указатели [7].

Компания предлагает следующие решения:

- Агронавигация для разбрасывания удобрений
- Агронавигация для опрыскивания
- Система управления прицепным орудием

- Агронавигация для посева
- Агронавигация для пропашных [8]

Компания «АГРОнавигация» зарекомендовала себя как надежного поставщика агронавигации.

Как видим, современные технологии имеют место в сельском хозяйстве. В настоящее время без них невозможно добиться экономных и эффективных решений по ведению хозяйственной деятельности.

Системы мониторинга упрощают работу, они позволяют контролировать циклы культур, измеряют и анализируют состояния полей, микроклимат, погодные условия и т.д. [9]. Все эти данные помещаются в мобильные устройства и доступны в любой точке мира.

### Список литературы

1. Габидов, Т.Р. Цифровые технологии в сельском хозяйстве / Т.Р. Габидов, А.А. Крюкова. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы современной экономики. – 2019. – №5. – С. 255-261.
2. Мигунов, Р.А. Цифровые технологии в российском сельском хозяйстве / Р.А. Мигунов. – Текст: непосредственный // Никоновские чтения. – 2019. – №24. – С. 362-363.
3. Шарыпов, А.Н. Система контроля глубины обработки почвы / А.Н. Шарыпов, А.В. Карамышев, А.А. Крюков. – Текст: непосредственный // В сборнике: Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. – 2021. – С. 149-152.
4. Патент 167119. Российская Федерация. Газогенератор: № 2016113670/05: заявл. 08.04.2016; опубл. 08.04.2021 / А.Л. Бирюков, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный.
5. Обоснование целесообразности использования СВЧ-излучения для сушки льнотресты в ленте / Р.А. Шушков, А.Л. Бирюков, Д.В. Кустов, А.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – С. 99-111.
6. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных свойств бензиновых двигателей за счет применения топливоводяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Международная научно-техническая конференция. – 2007. – С. 342-346.
7. Бирюков, А.Л. Оценка качественных показателей образования топливоводяных смесей в системах питания бензиновых двигателей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // Научное управление качеством образования: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы Научно-практической конференции, посвященной 96-летию академии. – 2007. – С. 142-146.
8. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев. – Текст: непосредственный // В сборнике: Улучшение эксплуатационных по-

казателей двигателей, тракторов и автомобилей: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – 2009. – С. 119-126.

9. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей / А.Л. Бирюков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Текст: непосредственный.

10. Бирюков, А.Л. Результаты эксплуатационных испытаний автомобильного двигателя ВАЗ-21110 при работе на топливно-водной смеси / А.Л. Бирюков. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – С. 45-50.

# ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

УДК 637.061:637.072:637.075

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА С КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

*Акимова Юлия Васильевна, студент-магистрант  
Черепанова Надежда Геннадьевна, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.*

**Аннотация:** производством мяса птицы занимаются предприятия с разным объемом товарного производства. Продукты убой птицы проходят постоянный ветеринарно-санитарный контроль, что позволяет обеспечить их поступление к потребителю в надлежащем качестве. В данной работе проводилось микробиологическое и органолептическое исследование 4 образцов голени цыплят бройлеров, приобретенных в частных хозяйствах, 4 образца из хозяйств с поголовьем до 100 тыс. голов и 4 образца из крупных птицефабрик (поголовье от 500 тыс. голов). Результаты анализа ветеринарно-санитарной экспертизы, проведенной в условиях ФГБУ "ВНИИЗЖ", свидетельствуют о том, что поступающее в реализацию мясо, произведенное на предприятиях с разным поголовьем птицы, по микробиологическим показателям соответствует нормам и является безопасным. Органолептические показатели всех исследуемых образцов соответствовали всем нормам.

**Ключевые слова:** птицеводство, мясо птицы, ветеринарно-санитарная экспертиза, качество, безопасность, продукция, микробиология.

Динамика выращивания птицы в России говорит о росте производительности сельскохозяйственных предприятий. Поэтому контроль качества продукции птицеводства и безопасность ее для потребителя являются важной составляющей процесса производства и реализации продукции [1].

Разная форма птицеводческих хозяйств предполагает различия в содержании, убойе и реализации продуктов птицеводства. Так в крупных комплексах проще реализовать соответствие всем принятым нормам производства, чем в мелких хозяйствах, на это обращают внимание некоторые авторы [2]. С другой стороны исследования безопасности продукции, реализуемой на рынках, показывают высокое качество продукции [3, 4]. Однако некоторыми авторами обнаружено, что в мясе, реализуемом на рын-

ках, могут наблюдаться некоторые отклонения от нормативных показателей по таким микроорганизмам, как *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* и бактерии группы кишечной палочки [5].

Вопросы качества и безопасности продукции птицеводства имеют первостепенное значение, как для частных хозяйств с небольшим поголовьем, так и для крупных предприятий с большим объемом производства. Эти вопросы не только не теряют своей значимости в настоящее время, но и становятся более актуальными на фоне возрастающего объема производства, что является основой для успешной реализации программы импортозамещения. Это и определило цель нашего исследования – изучение взаимосвязи между размером птицеводческих хозяйств и некоторыми показателями ветеринарно-санитарной экспертизы.

Следующие задачи были сформулированы для достижения этой цели:

1. провести органолептические исследования, изучить свежесть мяса и его пороки;
2. исследовать микробиологические показатели, такие как:
  - КМАФАНМ в смывах, КОЕ/г;
  - содержание бактерий *Salmonella* в смывах
  - количество БГКП (бактерии группы кишечной палочки) в смывах, г/см<sup>3</sup>;

Для исследований в торговых точках приобретались голени тушки курицы. Для изучения выбирались предприятия с разным поголовьем птицы:

1. крупные птицефабрики с поголовьем около 500 тыс. голов - образцы 1,2,3,4.
2. небольшие хозяйства с количеством до 90 тыс. голов, образцы 5, 6, 7, 8.
3. частные хозяйства с размером поголовья до 15 голов, образцы 9, 10, 11, 12.

Каждая группа предприятий была представлена 4 разными производителями, закупка образцов производилась в разных торговых сетях. Соответственно, были исследованы по 4 образца разных производителей от каждой группы предприятий. В каждом образце исследовали органолептические и микробиологические показатели, которые определяют качество и безопасность куриного мяса для конечного потребителя.

Все показатели исследовались на базе ФГБУ "ВНИИЗЖ".

Отбор проб для органолептических и микробиологических исследований, а также дальнейшие исследования безопасности данной продукции проводили согласно ГОСТам: определение КМАФАНМ – ГОСТ Р 54374-2011 [6], определение БГКП – ГОСТ 31747-2012 [7], выявление сальмонелл – ГОСТ 31659-2012 [8]. Органолептические показатели изучали согласно ГОСТ Р 51944-2002 [9].

Все исследуемые образцы мяса птицы, как видно из таблицы 1, показали отличные результаты по органолептическим показателям и были свежими. Внешний вид мяса курицы, запах, цвет, консистенция и бульон соответствуют нормативным показателям. Следует отметить, что мы не обнаружили различий в исследуемых образцах между разными производителями в пределах одной группы исследуемых предприятий. Также мы не обнаружили различий между группами предприятий по данным показателям. В данном случае соответствующие условия содержания и кормления были обеспечены на всех предприятиях независимо от поголовья.

Таблица 1 – Органолептические результаты исследования мяса птицы

Органолептические показатели	Промышленная птицефабрика (образцы № 1,2,3,4)	Небольшая птицеферма (образцы № 5,6,7,8)	Частный производитель (образцы № 9,10,11,12)
Внешний вид, упитанность	Признаков порчи не обнаружено. Мускулатура хорошо развита. Отложения подкожного жира в виде сплошной полосы.		
Цвет и вид на разрезе	Цвет мышечной ткани – бледно-розовый, кожи – бледно-желтый, жира – желтый. Хорошо обескровлена.		
Запах	Свойственный свежему мясу		
Консистенция	Упругая, ямка от нажатия выравнивается быстро.		
Бульон	Прозрачный		

Микробиологические показатели всех исследуемых образцов были в пределах нормы, что подтверждает наши более ранние исследования [10]. Бактерии рода *Salmonella* в изучаемых образцах не обнаружены. В пределах каждой группы предприятий все четыре образца были безопасными по микробиологическим показателям.

Таблица 2 – Микробиологические показатели куриного мяса

Микробиологические показатели	КМАФАНМ, КОЕ/г	БГКП, г/см <sup>3</sup>	Бактерии рода <i>Salmonella</i>
Норма	1×10 <sup>5</sup>	0,001	Отсутствуют
Промышленная птицефабрика (образцы № 1,2,3,4)	1×10 <sup>5</sup>	0,001	Отсутствуют
Небольшая птицеферма (образцы № 5,6,7,8)	1×10 <sup>5</sup>	0,001	Отсутствуют
Частный производитель (образцы № 9,10,11,12)	1×10 <sup>5</sup>	0,001	Отсутствуют

Сравнение разных групп предприятий между собой не показало различий по изучаемым микробиологическим показателям. На основании анализа таблицы 2 можно заключить, что курица, выращенная и убитая в

разных условиях на предприятиях с разным объемом производства, отвечает нормам микробиологической безопасности.

Таким образом, на основании анализа результатов ветеринарно-санитарной экспертизы голени птицы можно сделать следующие выводы:

1. Органолептические показатели мяса птицы во всех образцах соответствуют нормативным показателям, все образцы являются свежими.

2. Отсутствие в образцах мяса птицы бактерий *Sallmonela*, бактерий группы кишечной палочки, а также КМАФАНМ позволяют нам сделать вывод, что мясо отвечает микробиологическим нормам и является безопасным для потребителя.

3. При соблюдении всех необходимых условий производства и санитарных норм продукция соответствует нормативным показателям и является безопасной для потребителя. Наши исследования не выявили взаимосвязи между объемом производства предприятия с качеством и безопасностью продукции птицеводства.

### Список литературы

1. Климонтова, В.М. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов убоя бойлеров, выращенных с использованием фарматана / В.М. Климонтова, А.А. Серякова, Е.А. Просекова. – Текст непосредственный. // Научно-практические достижения молодых учёных как основа развития АПК: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 29 октября 2020 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 160-163.
2. Improving the Quality of Evaluation of Meat Products / A. E. Semak, E. V. Kazakova, N. G. Cherepanova [et al.]. – Text: direct // Entomology and Applied Science Letters. – 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 78-84.
3. Ветеринарно-санитарный осмотр туши животного и санитарная оценка мяса на рынках / А.Б. Абжалиева, К.Б. Бияшев, Л. Божена [и др.]. – Текст непосредственный // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: Материалы XXXVII международной научно-практической конференции, Москва (26-27 декабря 2017 года). – Москва: Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований", 2017. – С. 66-69.
4. Бурмистрова, О.М. Ветеринарно-санитарная оценка мяса птицы, реализуемого в условиях продовольственного рынка / О.М. Бурмистрова, А.В. Казанцев. – Текст: непосредственный // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск (18 декабря 2020 года). – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2020. – С. 276-279.
5. Макарова, Е.В. Микробиологическая безопасность мяса птицы, реализуемого в разных торговых точках / Е.В. Макарова, Н.Г. Черепанова. – Текст:

- непосредственный // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Неделя студенческой науки», Москва, 25 апреля 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», 2023. – С. 674-676.
6. ГОСТ 10444-15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Государственный стандарт Российской Федерации: дата введения: 1996-01-01 / Разработан и введен Всероссийским научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП) и Техническим комитетом по стандартизации ТК 93 «Продукты переработки плодов и овощей» – Изд. официальное. – Москва: Стандартиформ, 2010. – Текст: непосредственный.
7. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Межгосударственный стандарт: дата введения: 2013-07-01 / Разработан и введен ГНУ ВНИИКОП – Изд. официальное. – Москва: Стандартиформ, 2013. – Текст: непосредственный.
8. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Salmonella*. Межгосударственный стандарт: дата введения: 2013-07-01/ Разработан и введен ГНУ ВНИИКОП – Изд. официальное. – Москва: Стандартиформ, 2014. – Текст: непосредственный.
9. ГОСТ Р 51944-2002. Мясо птицы. Методы определения органолептических показателей, температуры и массы. Государственный стандарт Российской Федерации: дата введения: 2003-07-01/ Разработан и введен Всероссийским научно-исследовательским институтом птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – Изд. официальное. – Москва: Стандартиформ, 2008. – Текст: непосредственный.
10. Акимова, Ю. В. Ветеринарно-санитарная оценка куриного мяса, произведенного в условиях различных хозяйств / Ю. В. Акимова, Н. Г. Черепанова – Текст: непосредственный // Неделя студенческой науки: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 20 апреля 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 320-322.

## БЕТА-КАРОТИН КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ЙОГУРТА ДЛЯ ДЕТЕЙ

*Браславская Вероника Сергеевна, студент-бакалавр  
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук, к.т.н., доцент  
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** при производстве молочных продуктов для детей в качестве функциональных ингредиентов особенно важно использовать нутриенты наиболее дефицитные для растущего организма, ведь детский возраст является важнейшим периодом для закладки здоровья на всю жизнь человека. В школьном возрасте, когда высокая учебная нагрузка накладывается на биологические периоды быстрого физического развития основных систем и органов, факторы, связанные с полноценным питанием, обладают хорошим профилактическим характером. Дефицит витамина А и его предшественника бета-каротина, часто выявляемый у школьников, входит в систему антиоксидантной защиты и является одним из патогенетических механизмов развития многих заболеваний. Однако в литературных источниках, в том числе в научной литературе, можно встретить данные, свидетельствующие об опасности использования для обогащения синтетических форм витаминов. Целью настоящей работы является изучение вопросов безопасности и обоснованности обогащения бета-каротином йогурта для детей с медико-биологической точки и технологической точек зрения.

**Ключевые слова:** бета-каротин, йогурт, функциональный продукт, специализированный продукт для детей

Для гармоничного развития ребенка в любом возрасте рацион питания должен быть сбалансирован по всем нутриентам. Молочные продукты, в составе которых содержатся легкоусвояемые и полноценные животные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, должны ежедневно входить в рацион детей всех возрастов.

Аминокислоты необходимы для построения белков всех тканей молодого организма, для синтеза всех белковых соединений, обладающих важнейшими функциями, а йогурт как пищевой продукт подходит за небольшим исключением практически всем детям, т.к. содержит немного, по сравнению с питьевым молоком лактозы, к которой в среднем у 17% россиян регистрируется непереносимость. При этом йогурт обогащённый дефицитными нутриентами приносит дополнительную пользу в соответствии с их биологической функцией.

Бета-каротин является дефицитным у 84% школьников в российских городах [1]. Хорошо известна способность провитамина, как и витамина А поддерживать и защищать зрение. Многочисленные отечественные и зарубежные исследования указывают на недостаточное внимание к данной проблеме введением в питание детей продуктов промышленного производства, богатых необходимыми нутриентами, что способствует развитию дефицитных состояний [2].

Каротиноиды, в частности бета-каротин, как антиоксидант, препятствует свободнорадикальному окислению в организме, которое происходит по типу цепных реакций.

Цепные реакции с участием свободных радикалов являются причиной таких заболеваний в будущем, как: стресс, сахарный диабет, бронхиальная астма, депрессии, болезнь Паркинсона, Альцгеймера, варикозная болезнь вен, атеросклероз, болезнь сердца и сосудов, флебиты, артриты, ускоренное развитие старения, воспаление, заболевание соединительной и мышечной тканей, включая полиморфные поражения нервной и иммунной систем; возможны даже мутагенные поражения структур молекул ДНК и рибосомной РНК, вызывающие изменения наследственной информации и раковые заболевания [2].

Каротин является провитамином А, при этом известно, что провитаминная и антиоксидантная активность цис-форм каротиноидов слабее, чем у их транс-форм.

Каротиноиды овощей и фруктов представляет собой преимущественно транс-изомер, тогда как синтетические препараты в основном цис-изомерны. Однако в организме человека в некоторых органах, например тканях простаты, превалирует цис-форма пространственного строения [3].

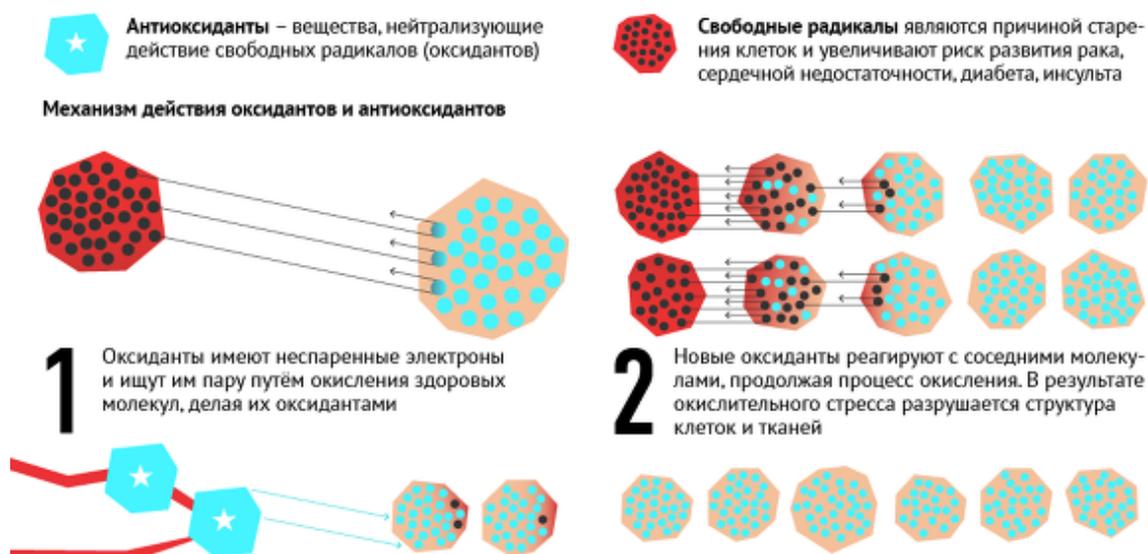


Рисунок 1 – Механизм действия антиоксидантов

Поэтому профилактическое использование химически синтезированных форм каротиноидов некоторые медицинские исследования ставят под сомнение. Так, в двух крупномасштабных рандомизированных двойных слепых плацебо-контролируемых исследованиях по влиянию  $\beta$  каротина на возникновение опухолей легких у курильщиков и потребляющих алкоголь мужчин, проведенных в Финляндии и США, заболеваемость среди лиц, получающих фармакологические дозы  $\beta$ -каротина или  $\beta$ -каротин совместно с витамином А, достоверно возросла [2]. В этих экспериментах применялись синтетические цис-изомерные препараты витамина А и бета-каротина.

В исследованиях на хорьках (у этих животных пути метаболизма  $\beta$ -каротина схожи с таковым у человека) было показано, что введение им высоких доз бета-каротина при одновременном воздействии табачного дыма приводит к пролиферации альвеолярных клеток и увеличению скорости образования апокаротиналей из бета-каротина в 3 раза выше, чем у контрольных животных, не подвергавшихся воздействию табачного дыма [2].

Таким образом, для каротиноидов был выявлена важность не только количественного анализа и конформационного (пространственного строения) анализа, поскольку от каждого зависят функциональные свойства этих веществ.

Конформационный анализ важен при создании специализированных продуктов для потенциальных курильщиков и людей, подвергающихся табачному дыму.

В целом обе формы  $\beta$ -каротина обладают является предшественником витамина А и обладает антиоксидантной способностью. Витамин А играет важную роль в процессах роста и репродукции, дифференцировки эпителиальной и костной ткани, поддержания иммунитета и зрения. Добавление всего 0,75 мг  $\beta$ -каротина на порцию молочного продукта не только улучшает его цвет, но и, в соответствии с МР 2.3.1.0253–21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, делает его функциональным пищевым продуктом, при этом физиологическая потребность в витамине А для мужчин – 900 мкг рет. экв./сутки, для женщин 800 мкг рет. экв./сутки. Физиологическая потребность для взрослых в бета-каротине – 5000 мкг/сутки. Поскольку 12 мкг бета-каротина из пищи эквивалентны 1 мкг витамина А (рет. экв.), а для детей физиологическая потребность для детей в витамине А – от 400 до 1 000 мкг рет. экв./сутки, то разовая порция обогащенного продукта для детей школьного возраста в 200 г. содержащая не менее 5% от физиологической потребности [4], содержит от 300 мкг до мкг 600 каротина.

Однако производитель обязан при этом обеспечить содержание заявленного на этикетке каротиноида на конец срока годности продукта. Их

определение в молочных продуктах проводится, в зависимости от пищевого матрикса и формы каротиноида, методами йодатометрического титрования, хроматографии, спектрофотометрически, электрохимическими, ЯРМ-спектроскопией и их сочетанием [3].

В опытных образцах йогурта обогащённого бета-каротином по ТУ 9169-007-38969442-07, произведённых нами, мы исследовали антиоксидантную активность методом йодатометрического титрования (табл. 1).

Таблица 1 – Антиоксидантная активность образцов йогурта, обогащённых бета-каротином

Содержание бета-каротина в продукте	75 мг	125 мг	200 мг
Антиокислительная активность обогащённого йогурта, ммоль·экв./дм <sup>3</sup>	0,22	0,38	0,66

Потребность оценки содержания антиоксидантов в продуктах питания обусловлена необходимостью соблюдения оксидант/антиоксидантного баланса в организме человека [5].

К перспективам реализации результатов можно отнести использование выводов по работе при разработке и производстве обогащённых бета-каротином молочных продуктов, в частности йогурта.

### Список литературы

1. Стенникова, О.В. Проблема витаминной обеспеченности детей школьного возраста в современных условиях / О.В. Стенникова, Л.В. Левчук, Н.Е. Санникова. – Текст: непосредственный // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – № 7. – С.62-67.
2. Панасенко, Л.М. Роль основных минеральных веществ в питании детей / Л.М. Панасенко, Т.В. Карцева, Ж.В. Нефедова, Е.В. Задорина-Хуторная. – Текст: непосредственный // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – №63. – С. 122-127.
3. Якуничева, Ю.В. Функциональные свойства и анализ каротиноидов в молочных продуктах / Ю.В. Якуничева, И.С. Полянская. – Текст: непосредственный // Аллея науки. – 2018.
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2021. – 72 с. – Текст: непосредственный.
5. Шарафутдинова, Е.Н. Качество пищевых продуктов и антиоксидантная активность / Е.Н. Шарафутдинова, А.В. Иванова, А.И. Матерн, Х.З. Брайнина. – Текст: непосредственный // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15. – № 3. – С. 281-286.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ ВКУСА И АРОМАТА В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ, КАК СПОСОБ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКТА НА РЫНКЕ

*Быченков Михаил Петрович, студент  
Калиничев Евгений Андреевич, науч. рук., к.с.-х.н., преподаватель  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

***Аннотация:** в статье приводится анализ влияния вкусовых и ароматических добавок в мясных продуктах на возможность продвижения продукта на рынке, анализируются пищевые добавки, среди которых глутамат натрия, гидролизат растительного белка и др., рассматриваются потенциальное воздействие на здоровье потребителей.*

***Ключевые слова:** вкусовые добавки, ароматические добавки, мясные продукты, здоровье, коммерческий рынок*

Усилители вкуса и аромата в мясных продуктах представляют из себя добавки и ингредиенты, которые вносятся для усиления натурального аромата и вкуса мяса. Добавки подразделяются на искусственные, натуральные и идентичные натуральным, они способны пробуждать рецепторы вкуса и обоняния, путем усиления вкуса и аромата в мясных продуктах.

Усилители вкуса и аромата используются для увеличения привлекательности товара для потребителя, что осуществляется за счет усиления вкуса и аромата, однако их использование вызывает сомнения в аспектах безопасности и здоровья, поэтому данная отрасль внимательно регулируется [1-3].

Органолептические показатели являются основными при выборе продукта потребителем, вкус и аромат играют ключевую роль. Они способны вызвать эмоциональную реакцию, как удовольствие и т. п., это значительно влияет на percepцию продукта. Потребители зачастую воспринимают насыщенный вкус и аромат продукта, как знак высокого качества и свежести товара, что может стать не только важным фактором решения о покупке, но и создать доверие к бренду. В свою очередь пикантные ароматические характеристики способны стимулировать у потребителя аппетит и вызвать чувство голода, из-за чего товар становится более привлекателен для него. Также для выделения на фоне конкурентов могут помочь уникальные вкусовые и ароматические характеристики.

Для достижения вышеперечисленного производители используют различные ингредиенты. Наиболее популярными в настоящее время добавками для усиления вкуса и аромата являются:

- Глутамат натрия (MSG) – моновалентная соль глутаминовой кислоты. Представляет собой белый кристаллический порошок, хорошо

растворимый в воде. Своим использованием в качестве пищевой добавки данная соль обязана тем, что передаёт один из основных вкусов – умами, или так называемый «мясной вкус», отличный от сладкого, солёного, кислого и горького.

- Гидролизат растительного белка (HVP) – это продукт, полученный путем гидролиза растительного белка на более мелкие фрагменты белка, такие как аминокислоты и пептиды. Гидролизат используется в пищевой промышленности в качестве добавки для усиления вкуса, аромата и питательных свойств продуктов.

- Смесь инозиновой и гуаниловой кислот (J&G, IMP, GMP) – это естественные экстракты, которые обычно находятся в продуктах питания, таких как мясо, рыба и некоторые овощи. Инозиновая кислота (инозинат) и гуаниловая кислота (гуанилат) обычно используются в смеси, так как они обладают синергетическим эффектом, то есть их сочетание может усилить вкусовые характеристики пищевого продукта сильнее, чем каждая из них по отдельности. Это позволяет уменьшить общее количество добавленных усилителей вкуса и аромата, сохраняя при этом желаемый эффект.

- Синтетические добавки – это искусственные добавки, которые не существуют в природе, разрабатываются и создаются человеком для усиления вкуса и аромата, увеличения срока годности, улучшения текстуры, цвета или консистенции продукта.

- Грибные экстракты – это концентрированные водные растворы, получаемые путем извлечения полезных веществ из лисичек, портобелло, шиитаке и других видов грибов. Данные добавки придают продуктам богатый и насыщенный вкус грибов, также они содержат антиоксиданты, витамины и минералы, которые увеличивают питательную ценность, что делает их более привлекательными для потребителей.

Все вкусовые и ароматические добавки имеют большую роль в продвижении товара на рынке, используя их производители мясных продуктов способны создавать более привлекательную по органолептическим характеристикам продукцию, что несомненно сильно влияет на спрос и конкурентоспособность. Также использование усилителей вкуса и аромата устанавливает определенный стиль и характер вкуса, который укрепит позиции на рынке, за счет создания фирменной особенности бренда.

Употребление усилителей вкуса и аромата может иметь возможные негативные последствия для здоровья потребителей. Некоторые добавки могут вызывать аллергические реакции негативные воздействия на неврологическую систему, желудочно-кишечный тракт, повышать риск ожирения и заболеваний сердца у определенных людей, например, глутамат натрия (MSG) способен вызывать головные боли, нарушение сна, тошноту, раздражение и множество других неприятных симптомов. Исходя из возможности таких последствий следует качественно составлять рецептуру продукции, чтобы минимизировать негативные последствия.

Использование усилителей вкуса и аромата способно пагубно повлиять на аутентичность продукта. Многие потребители отдают свое предпочтение натуральным продуктам опасаясь товаров с применением искусственных добавок. Для убеждения потребителя в натуральности продукции нужно предоставлять полную информацию о составе, выделять качественные и натуральные ингредиенты, которые используются в производстве.

В заключении можно подвести итог по эффективности использования усилителей вкуса и аромата в возможности продвижении мясных продуктов на рынке, а также сделать выводы о возможных перспективах данного способа продвижения.

Эффективность использования усилителей вкуса и аромата в продвижении мясных продуктов на рынке подтверждается их способностью улучшать органолептические характеристики продукции, повышать ее конкурентоспособность и привлекательность для потребителей. Усилители вкуса и аромата позволяют создавать продукты с насыщенным и приятным вкусом, а также способствует увеличению спроса на товары.

Однако использование усилителей вкуса и аромата также связано с потенциальными рисками. Некоторые потребители могут быть озабочены наличием искусственных добавок в продукции и считать, что это может негативно сказаться на ее натуральности.

В дальнейшем успешное использование усилителей вкуса и аромата в продвижении мясных продуктов будет зависеть от тщательного баланса между улучшением вкусовых характеристик продукции и сохранением ее натуральности, безопасности продукции, а также постоянного исследования и развития в этой области для сокращения рисков и преумножения преимуществ.

Исходя из вышесказанного, стратегия использования усилителей вкуса и аромата в продвижении мясных продуктов имеет преимущества, но необходимо рационально подходить к недостаткам и постепенно работать над ними в соответствии с требованиями и ожиданиями современных потребителей.

### **Список литературы**

1. Быченков, М.П. Перспективы использования современных технологий при производстве продуктов питания из мясного сырья / М.П. Быченков, Е.А. Калиничев. – Текст: непосредственный // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец (24 октября 2023 года). – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 111-113.

2. Калинин, Е.А. Анализ рынка стабилизаторов, используемых при производстве мясных продуктов / Е.А. Калинин, К.А. Мещеринов. – Текст: непосредственный // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары (15 ноября 2023 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 220-225.

3. Калинин, Е. А. Использование полифункциональных добавок в переработке мяса / Е. А. Калинин. – Текст: непосредственный // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары (15 ноября 2023 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 225-228.

УДК 668

## ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ОЦЕНКА ЙОГУРТА С ГОЛУБОЙ СПИРУЛИНОЙ

*Гаглов Александр Андреевич, студент-бакалавр  
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** обычно используемый в пищевой промышленности термин "микроводоросль спирулина" относится к цианобактерии *Arthrospira platensis* (*A. platensis*) - одному из древнейших фотосинтетических микроорганизмов в составе царства бактерий. Ранее род *Spirulina* и род *Arthrospira* были объединены в единый род *Spirulina*, а с уточнением таксономии микроорганизмов род *Arthrospira* выделен из рода *Spirulina* в самостоятельный род и вначале отнесен к семейству *Phormidiaceae*, а затем к новому семейству *Microcoleaceae* [1].

**Цель исследования:** изучить пищевую ценность спирулины, возможность обогащения голубой спирулиной йогурта и провести потребительскую оценку вариантов йогурта с различным содержанием этой пищевой добавки.

**Задачи исследования:** изучение литературы по вопросам: пищевой ценности спирулины, регламентируемым методам органолептической оценки цветных йогуртов и опрос в форме изучения потребительских предпочтений.

**Ключевые слова:** йогурт, голубая спирулина, потребительская оценка

Спирулина имеет длительную историю использования как пищевая добавка, имеющая хороший нутриентный состав, как источник ряда макро-, микронутриентов и минорных биологически активных веществ [2].

Среди этих нутриентов большое значение имеет белок. Аминокислотные составы фикоцианинов, выделяемых из биомассы разных штаммов *A. platensis*, различаются незначительно [3]. Помимо высокого (до 70%) содержания белка, она также содержит витамин В<sub>12</sub> и β-каротины. У спирулины отсутствуют клеточные стенки из целлюлозы, поэтому она легко усваивается [4].

Это уникальная голубая водоросль, при употреблении которой происходит интенсивное выведение шлаков и токсинов, а каждая клетка подпитывается ценнейшими, жизненно важными для нее элементами, что способствует омоложению и восстановлению всего организма. В целом, спирулину многие исследователи относят к продуктам, превосходящим по химическому составу многие биологические препараты.

Влияние добавки спирулины в пищевые продукты обогащает железом и магнием в органической форме, селеном, ферментами, линолевой и линоленовой кислотами. Фикоцианин – вещество, способное останавливать рост раковых клеток [5]. Спирулина содержит большое количество природных антиоксидантов. Кроме того, в её состав входят цинк, витамины Е, В<sub>1</sub> и В<sub>6</sub> [6].

Используя программу для подсчёта нутриентов МЗР [7], мы выяснили, что спирулина как пищевая добавка, обогащает продукт ценными Омега-3 жирными кислотами, витамином В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, РР, калием, марганцем, медью, поэтому в качестве дополнительной задачи принимается подсчёт нутриентов в опытном варианте йогурта, получившем наилучшую потребительскую оценку.

Благодаря высокому содержанию полезных химических веществ красители на основе спирулины оказывают благотворное влияние на организм человека, однако имеются и негативные данные при потреблении порошка и экстрактов спирулины в случае введения в рацион доз, не используемых в питании человека.

Данные исследований [2] свидетельствуют о том, что содержание токсичных элементов в порошке и/или экстрактах *A. platensis* не превышает установленных ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" максимально допустимых уровней.

*A. platensis* является сырьем для производства пищевого красителя Е160а. Данная пищевая добавка применяется в пищевой промышленности стран - членов ЕАЭС в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 029/2012 "Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств".

Для окрашивания определенных видов пищевых продуктов Е160а используется в соответствии с технологической необходимостью. Уста-

новлены адекватный и верхний допустимый уровни суточного потребления фикоцианинов в составе специализированных пищевых продуктов для взрослых - 50 и 150 мг/сут [2].

В исследованиях, описанных в литературе спирулину голубую испытывали при разработке йогурта в количестве 0,02% и 0,1% от массы продукта. Учитывая, с одной стороны, что биологические свойства спирулины, как и любых обогащающих нутриентов, необходимы при их содержании 5-15% в разовой порции продукта, актуальным являются испытания по увеличению содержания спирулины в составе йогурта.

В ходе представленной работы было произведено 10 вариантов опытного продукта с содержанием голубой спирулины от 0,015% до 0,150% (табл. 1). Верхний предел соответствует адекватному уровню E160a.

Таблица 1 – Содержание красителя спирулина голубая в образцах йогурта

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% спирулины	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090	0,105	0,120	0,135	0,150

При изучении потребительских предпочтений, респондентам (n=52), руководствовались рекомендациями "дуо-трио" испытаний в части определения заметного органолептического различия между образцами [8].

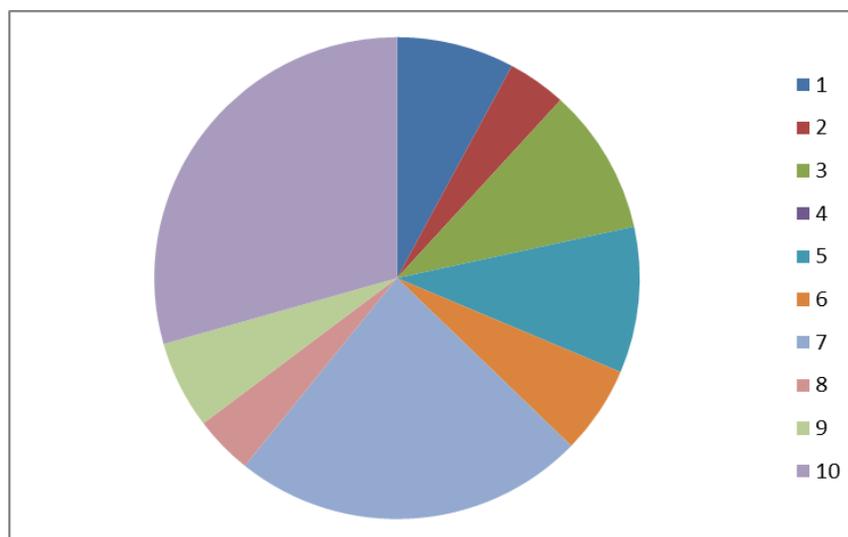


Рисунок 1 – Результаты потребительской оценки опытных йогуртов с голубой спирулиной

Наибольшее количество респондентов (рис. 1) выбрали образец № 10 и №7.

Распределение голосов в пользу варианта, содержащего максимальное количество ингредиента, свидетельствует о необходимости дополнительных испытаний.

В целом, высокая пищевая ценность и технологическая приемлемость голубой спирулины делают актуальным расширение ассортимента продуктов с этой пищевой добавкой. Авторские исследования представлены планированием и проведением эксперимента, обработкой и анализом его результатов. Выводы, полученные в ходе испытаний, могут быть использованы в практической работе технолога предприятия по переработки молока.

### Список литературы

1. Komárek, J. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach / J. Komárek. –Text: electronic // Preslia. – 2014. – Vol. 86, N 4. – P. 295-335. – Текст: непосредственный.
2. Бирюлина, Н.А. Фикоцианины *Arthrospira platensis*: перспективы использования в специализированной пищевой продукции (краткий обзор) / Н.А. Бирюлина, В.К. Мазо, О.В. Багрянцеваэ. – Текст: непосредственный // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 6. – С. 30-36.
3. Liu Q. Medical application of *Spirulina platensis* derived C-Phycocyanin // Evid. Based Complement. Alternat. Med. – 2016. – Vol. 2016. –Text: electronic. – URL: <https://doi.org/10.1155/2016/7803846>
4. Salazar, M. Effect of *Spirulina maxima* consumption on reproductive and peri- and postnatal development in rats / M. Salazar. –Text: electronic / Food and Chemical Toxicology. – 1996. – P. 353-359.
5. Петрова, Я.С. Влияние порошка спирулины на показатели качества пирожного макарон/ Я.С. Петрова. – Текст: непосредственный // Scientific Journal of OrelSIET. – 2020. – №1 (33) – С. 39-41.
6. Хмелёва, Е.В. Использование микроводоросли спирулина в технологии зернового хлеба / Е.В. Хмелёва, Н.А. Березина, В.В. Румянцева, Г.А. Осипова. – Текст: непосредственный // Хлебопродукты. – 2018. – №8. – С. 50-53.
7. МРЗ. Онлайн калькулятор подсчёта нутриентов. – Текст: электронный. – URL: <https://health-diet.ru/diary/foodDiary/569462/544762/2024-03-18>
8. ГОСТ ISO 10399-2015 Органолептический анализ. Методология. Испытание "дуо-трио" Москва: Стандартиформ, 2016. – Текст: электронный. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293753/4293753135.pdf>

*Демидова Татьяна Сергеевна, студент-бакалавр  
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в работе рассматривается возможность ферментации углеводов компонентов фугата - одного из побочных продуктов пивоварения.

**Ключевые слова:** фугат, углеводный компонент, ферментация

Одной из важных задач современной пищевой перерабатывающей промышленности является комплексное использование исходного сырья, что делает производство безотходным, повышает его рентабельность, снижает биогенную нагрузку на окружающую среду, расширяет возможности производства. Как правило, побочные продукты перерабатывающей промышленности имеют высокую биологическую ценность, так как содержат макро- (белки, жиры, углеводы) и микронутриенты (витамины, минеральные вещества). Создание замкнутого цикла на предприятиях агропромышленного комплекса также обусловлено принятием в 2017 году Экологического налога, поэтому возможность использования побочных продуктов в качестве дополнительных сырьевых источников для производства и обогащения пищевых систем, получения нетрадиционных видов кормов для животноводства является актуальной задачей.

Одним из примеров пищевого производства с большими объемами отходов является пивоварение. Пиво – традиционный слабоалкогольный напиток, в котором в результате действия дрожжей сбраживаются углеводные компоненты, а остальные питательные вещества подвергаются незначительной биотрансформации и преобразуются в побочные продукты [1].

Основным отходом производства пива является пивная дробина - побочный продукт пивоварения, состоящий из дробленых зернопродуктов и солода, оставшихся после фильтрования затора – смеси дробленых зернопродуктов с водой [2]. Она составляет 85% от общего объема побочных продуктов пивоварения. Химический состав пивной дробины представлен по [3] в таблице 1.

При переработке суспензии пивной дробины ее разделяют на фракции:

- твердая – кек (20-30% от общего объема) – содержит оболочку и нерастворимую часть зерна;
- жидкая – фугат (70-80% от общего объема) – содержание сухих веществ 7-13%.

Таблица 1 – Химический состав пивной дробины

Показатель	Массовая доля, %
Вода	82,91
Белок	3,9
Жир	1,3
Клетчатка	3,2
Безазотистые экстрактивные вещества	8,0
Зола	0,6

Сухой остаток фугата содержит белки и их гидролизаты, остатки дрожжей и их гидролизаты, полисахариды, неферментированные дрожжами. Химический состав фугата представлен в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Химический состав фугата

Показатель	Массовая доля, %
Вода	87,0
Сухое вещество	13,0
Сырой протеин	5,0
Сырая зола	5,0
Безазотистые экстрактивные вещества	3,0
В т.ч., сахар	1,0

Фугат является проблемным отходом, так как в нем высокое содержание воды. Поэтому при переработке требуется технологическая операция: концентрирование на различных фильтрационных установках [5]. Кроме того, фугат – это субстрат, который забивает проходные сечения того оборудования, по которому течет, что приводит к снижению производительности оборудования, смене комплектующих фильтрационных установок.

Объект исследования: фугат, полученный из пивной дробины пивоваренного производства.

Методы исследования: йодометрический, аналитический.

Рабочая гипотеза: фугат содержит остаточные продукты дрожжевого брожения, в том числе низкомолекулярные углеводы. Они могут служить энергетическим материалом для микроорганизмов различного видового состава, которые являются продуцентами белка. Таким образом, по изменению содержания редуцирующих углеводов можно оценить процесс ферментации углеводов компонентов культуральной жидкости – фугата.

Йодометрический метод является редоксиметрическим (окислительно-восстановительным) методом количественного анализа. Метод основан на способности редуцирующих углеводов окисляться щелочным раствором йода установках [6].

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание редуцирующих углеводов в исследуемом фугате

Субстрат	Массовая доля редуцирующих углеводов, %
Фугат	1,7
Ферментированный фугат I	1,1
Ферментированный фугат II	0,7
Ферментированный фугат III	1,3
Ферментированный фугат IV	0,5
Ферментированный фугат V	1,2

Во всех образцах наблюдали снижение содержания редуцирующих углеводов в результате их ферментации под действием микроорганизмов. Наибольшая глубина этого процесса установлена в образце IV, в котором уменьшение содержания углеводов составило 1,2 %; наименьшая глубина ферментации – в образце III, в котором снижение содержания углеводов – 0,4 %.

В данном исследовании установлена возможность ферментации остаточных продуктов дрожжевого брожения углеводной природы. Скорость реакции брожения углеводов зависит от видового состава микрофлоры. На следующем этапе исследования запланировано количественное определение белковых компонентов ферментированного фугата.

#### Список литературы

1. Айвазян, С.С. Основные направления экологизации пивоваренной промышленности / С.С. Айвазян, Е.Я. Чубакова, Т.А. Мануйлова. – Текст: непосредственный // Пиво и напитки. – 2006. – №2. – С. 8-10.
2. ГОСТ 29018-2021 «Пивоваренная продукция. Термины и определения». Изд. Официальное. – Москва; Российский институт стандартизации. – 11 с. – Текст: непосредственный.
3. Петров, С.М. К вопросу о способах утилизации пивной дробины / С.М. Петров, С.Л. Филатов, Е.П. Пивнова, В.М. Шибанов. – Текст: непосредственный // Пиво и напитки. – 2014. – №6. – С. 32-35.
4. Шевченко, Н.И. Использование дрожжевого фугата при выращивании бычков черно-пестрой породы / Н.И. Шевченко, И.В. Бандеев, В.А. Затеев – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. – 2003. – №2. – С. 296-299.
5. Анализ возможностей извлечения органических соединений пивной дробины различными способом / И.Н. Грибкова, Л.Н. Харламова, Е.М. Севостьянова, И.В. Лазарева, М.А. Захаров, О.А. Борисенко. – Текст: непосредственный // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – №3. – С. 469-489.
6. Химия пищи: учебное пособие / Сост. О.В. Охрименко. – 3-е изд. – перераб. и доп. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА. 2015. – 244 с. – Текст: непосредственный.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА,  
ПОЛУЧЕННОГО ОТ КОРОВ, БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ**

*Демидова Татьяна Сергеевна, студент-бакалавр  
Овечкина Юлия Александровна, студент-бакалавр  
Носкова Вера Ивановна, науч. рук., к.т.н., доцент  
Закрепина Елена Николаевна, науч. рук., к.в.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в работе приведены результаты микробиологического исследования проб сырого молока от коров, больных маститом для выделения возбудителя с целью подбора препаратов для лечения.*

***Ключевые слова:** мастит, возбудители, колонии бактерий*

В настоящее время одной из главных задач молочного животноводства является увеличение надоев молока с высокими показателями его санитарного качества, оказывающего непосредственное влияние на здоровье человека. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, через молоко человеку может передаваться порядка 30 болезней. В межгосударственном стандарте ГОСТ 31449-2013 закреплено положение о том, что сырое молоко должно быть получено от здоровых животных в хозяйствах благополучных по инфекционным заболеваниям, при этом каждая партия сырья должна сопровождаться ветеринарно-санитарными электронными документами (ВЭСД), что исключает попадание в переработку сырья с возбудителями различных инфекций [1].

К наиболее распространенным заболеваниям среди дойного стада относят маститы – это воспаление молочной железы, которое возникает в ответ на воздействие неблагоприятных механических, физических, химических и биологических факторов. В 85% случаев мастит возникает из-за проникновения в организм патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Основным возбудителем мастита считают *Str. agalactiae*, отнесенного к серологической группе В. Из секрета вымени больных маститом коров выделяют стрептококки и других серологических групп: С (*Str. dysgalactiae*) и Е (*Str. uberis*).

Другими представителями кокковых микроорганизмов, вызывающих мастит у коров, являются стафилококки, роль которых в этиологии воспаления вымени в последнее время возросла. Высоковирулентный представитель этого рода *Staph. aureus* быстро приобретает устойчивость к антимикробным препаратам. Резко возросла роль *Staph. epidermidis*, который проявляет свое вирулентное действие на фоне бактерионосительства и асептически протекающего воспалительного процесса. Кроме стрептококков и стафилококков, мастит у коров вызывают колиформные микроорга-

низмы, коринебактерии, микоплазмы, микобактерии, грибы, вирусы и другие [1]. Обычно в разных хозяйствах преобладают те или иные микроорганизмы, которые находятся в различных ассоциациях.

Маститы коров распространены повсеместно как в хозяйствах Российской Федерации, так и в других странах мира. Исходя из статистических данных международной молочной федерации, маститом в течение года переболевают до 25% коров. Некоторые исследователи установили, что мастит обнаруживается у 50% дойного поголовья коров, причем субклиническая форма мастита встречается гораздо чаще, чем клиническая и достигает до 97% случаев [2, 3].

Ущерб, наносимый молочному животноводству маститами, приравнивается к общим экономическим потерям от всех незаразных болезней вместе взятых. Чаще всего маститом заболевают высокопродуктивные коровы. За период болезни и после клинического выздоровления натуральные потери молока на одну корову составляют в среднем 10-15 % годового удоя. У некоторых коров даже при успешном лечении прежние удои вообще не восстанавливаются из-за необратимых изменений тканей молочной железы, также необходимо учитывать, что молоко коров, больных инфекционными болезнями значительно меняет свой биохимический и физико-химический состав, что отрицательно сказывается на технологическом процессе и качестве молочных продуктов [3, 4]. Технологический процесс обработки молока, (в том числе и пастеризация), не уничтожает спорную микрофлору и токсическую фракцию бактерий, способную вызвать токсикоинфекцию. В возникновении пищевых интоксикаций у человека молоку и молочным продуктам принадлежит первое место [5].

Таким образом, борьба с маститом коров является одной из актуальнейших проблем для современного молочного скотоводства. Это один из наиболее перспективных путей сокращения потерь продукции и затрат на лечение животных. Целью нашей работы было исследование проб сырого молока от животных больных маститом для выделения возбудителя заболевания.

*Материалы и методы исследования.* Исследования проб молока были проведены на кафедре эпизоотологии и микробиологии факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Вологодской ГМХА. Для анализа были взяты пробы сырого молока из двух хозяйств Тотемского района Вологодской области от животных с признаками клинического и субклинического мастита. Соответствующие разведения проб сырого молока засеивали на среду КМАФАнМ – для определения общего количества бактерий, на среду Кесслер – для определения БГКП. Пробы с накопительных сред с признаками роста пересевали на среду ЭНДО для дифференциации бактерий и выделения чистой культуры, которые в дальнейшем идентифицировали путем посева на среды ГРМ и XLD. Посевы культивировали в лабораторном термостате 72-96 ч при температуре 30-37° С. Также проводи-

ли микроскопирование колоний с чашек с целью определения типа колоний и идентификации бактерий [6].

*Результаты исследований.* В таблице 1 представлены результаты исследований, на рисунках 1-4 - результаты микроскопирования с различных сред при идентификации бактерий.

Таблица 1 – Микробиологические показатели исследуемых проб

№ пробы	Микробиологические показатели		
	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	БГКП, отс в массе, г	Микроскопический препарат
1	$2 \cdot 10^3$	0,1	Грамотрицательные, палочки
2	$1,9 \cdot 10^7$	0,1	Грамотрицательные округлые, мелкие палочки; псевдомонады
3	$6,0 \cdot 10^5$	0,1	Грамотрицательные толстые, короткие палочки
4	$7,4 \cdot 10^5$	0,1	Сарцины
5	$1,3 \cdot 10^6$	0,1	Грамотрицательные мелкие палочки
6	$2,3 \cdot 10^5$	0,1	Молочнокислые палочки; грамположительные толстые, короткие, спорообразующие бациллы; грамположительные палочки, диплококки

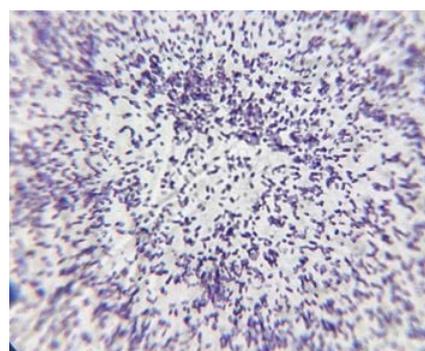


Рисунок 1 – Среда МПА (Гр+) мелкие толстые палочки (проба № 2)

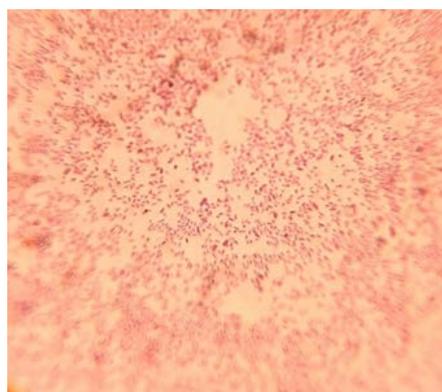


Рисунок 2 – Среда Эндо (Гр-) мелкие палочки (пробы № 2, 3, 5)

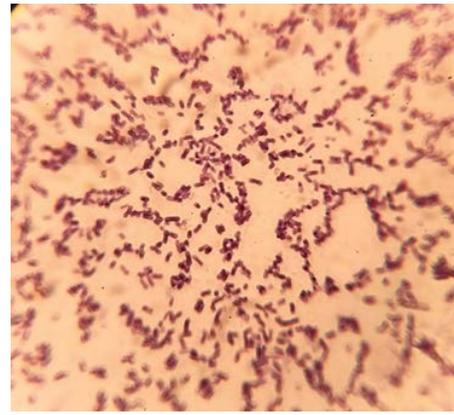
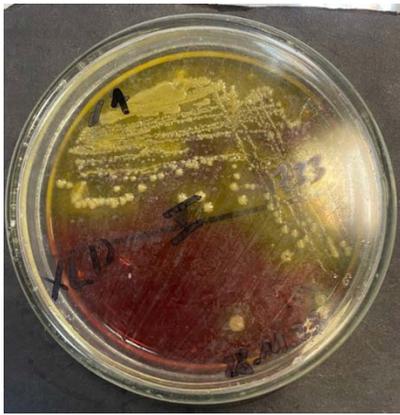


Рисунок 3 – Среда (XLD (Гр-) мелкие толстые палочки (проба № 1)

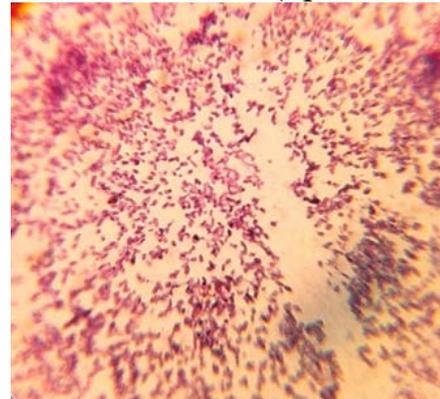
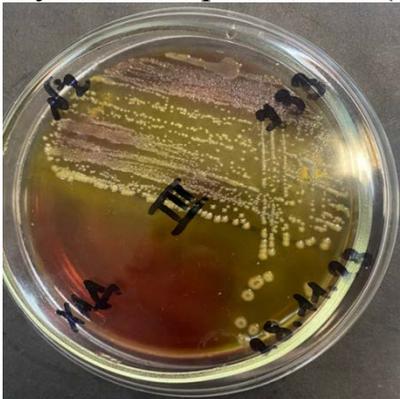


Рисунок 4 – Среда (XLD (Гр-) мелкие толстые палочки (проба № 2)

Как видно из данных таблицы, общая бактериальная обсемененность проб колеблется в диапазоне от  $2 \cdot 10^3$  до  $1,9 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>. С учетом того, что пробы сдавались непосредственно в отдельную посуду без применения доильного оборудования (предотвращает дополнительное обсеменение вторичной микрофлорой), то следует считать бактериальную обсемененность молока высокой. Для сравнения в странах с развитым молочным животноводством данный показатель колеблется в диапазоне  $2 \cdot 10^3$  -  $5 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, также во всех пробах были обнаружены БГКП.

На среду Эндо осуществляли пересев разведений со среды Кесслер с признаками роста БГКП, пробы № 4, 5 и 6 показали признаки роста, характерные для БГКП, типичные колонии вишневого цвета с металлическим блеском, пробы № 1, 2, 3 дали колонии бесцветные полупрозрачные, беловатые, что характерно для лактозоотрицательных бактерий семейства *Enterobacteriaceae* (рис 5). Это семейство грамотрицательных палочек, в которое входят эшерихии, гафнии, клебсиеллы, иерсинии, сальмонеллы, шигеллы, энтеробактер, кронобактер, протеи (*Proteus*) и многие другие роды бактерий.

Поэтому для дальнейшей идентификации бактерий изолированные колонии со среды Эндо методом штриха пересевали на среду XLD для исключения возможности нахождения в пробах сальмонелл. По характеру роста на среде XLD сальмонеллы идентифицированы не были (рис. 3 и 4),

таким образом возбудителями мастита у данных животных являются: пробы № 4, 5, 6 – энтеропатогенные кишечные палочки; пробы № 1, 2 и 3 – грамотрицательные палочки семейства Enterobacteriaceae протей или клебсиеллы.

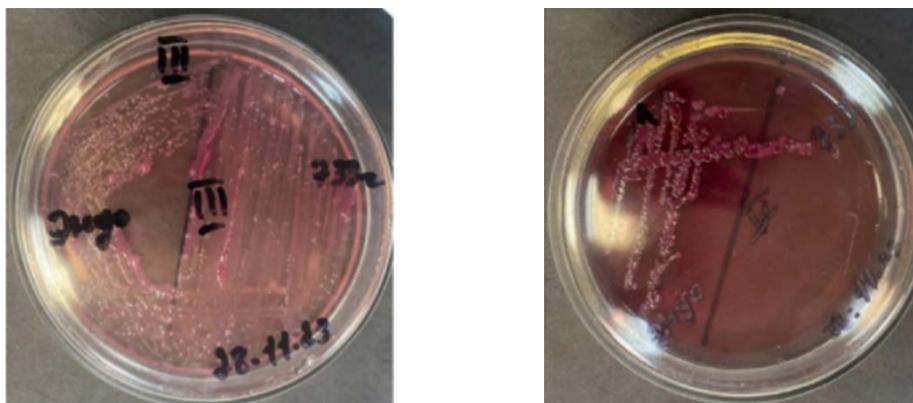


Рисунок 5 – Признаки роста на среде Эндо, пробы №3, 5

*Вывод:* при микробиологическом исследовании проб молока установили значительное количество бактерий в исходных пробах, кроме пробы №1, также во всех пробах присутствуют представители кишечной микрофлоры, в микроскопическом препарате преобладали именно эти бактерии. Также были обнаружены не образующие спор палочки предположительно представители рода *Lactobacterium*, и короткие грамотрицательные палочки различной морфологии, а также кокки, предположительно сарцины и микрококки. Молочнокислые палочки – это нормальная микрофлора молока, активно используются в процессе его приготовления. При идентификации бактерий на дифференциально диагностических и селективных средах были выявлены *E. Coli* и другие представители этого семейства (протей и клебсиеллы).

Таким образом, проведение микробиологического исследования сырого молока от животных, больных маститом с целью выявления возбудителя, является залогом успеха и необходимым мероприятием при проведении лечебных мероприятий, так как антибактериальная терапия заключается в выборе средства, эффективно действующего на данного возбудителя, и будет полностью зависеть от результата из микробиологической лаборатории [5].

### Список литературы

1. Борисов, Н.А. МАСТИТое животноводство: как лечить воспаление вымени у коров / Н.А. Борисов. – Текст непосредственный // Эффективное животноводство. – 2021. – №1 (167).
2. Авдеевская, Н.Н. Усовершенствование мероприятий по борьбе с маститами коров в сельскохозяйственных предприятиях / Н.Н. Авдеевская, Л.К. Семина. – Текст непосредственный // Проблемы и перспективы научно-

инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Курск: ФГБНУ "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 457-461.

3. Андрианов, Е.А. Машинное доение и маститы коров / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов. – Текст непосредственный // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 5-3 (10-3). – С. 179-182.

4. Козлов, А.Н. Машинное доение и аспекты профилактики заболеваний коров маститом / А.Н. Козлов, В.И. Шатруков, П.А. Плескачев, А.С. Романов. – Текст непосредственный // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 327-332.

5. Хорошевская, Л.В. Проблемы антибиотикорезистентности в современном мире / Л.В. Хорошевская, А.П. Хорошевский, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов. – Текст непосредственный // Аграрно-пищевые инновации. – 2021. – № 4 (16). – С. 47-54.

6. Яникина, М.А. Лечение и профилактика маститов у коров / М.А. Яникина. – Текст непосредственный // Вестник науки. – 2021. – Т. 5. – № 1 (34). – С. 216-218.

**УДК 637.07**

**ПРИМЕНЕНИЕ СЫВОРОТКИ, ОБОГАЩЕННОЙ  
ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРОЙ, В ТЕХНОЛОГИИ  
СЫРОВ С ЧЕДДЕРИЗАЦИЕЙ И ТЕРМОПЛАСТИФИКАЦИЕЙ  
СЫРНОЙ МАССЫ**

*Демьянец Анна Антоновна, аспирант  
Купцова Ольга Ивановна, науч. рук., к.т.н., доцент  
БГУТ, г. Могилев, Республика Беларусь*

***Аннотация:** показана целесообразность применения сыворотки, обогащенной пробиотической микрофлорой, в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы. Выявлено, что вид пробиотической заквасочной микрофлоры, используемой для обогащения сыворотки молочной, влияет на интенсивность молочнокислого процесса в сырном зерне при чеддеризации и на способность сырного пласта к вытягиванию при термопластификации.*

***Ключевые слова:** сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы, сыворотка концентрированная обогащенная, пробиотические микроорганизмы, процесс чеддеризации, термопластификация, тест на плавление*

На сегодняшний день в Республике Беларусь наблюдается тенденция к увеличению производства молочных продуктов с повышенной биологической ценностью для сохранения здоровья населения. Особое внимание, среди разнообразия молочной продукции уделяется сырам как биологически полноценным продуктам питания. Отдельную нишу занимают сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы (далее – сыры с ЧиТСМ), которые пользуются высоким потребительским спросом.

Технология сыров данной группы основывается на проведении при их производстве процессов чеддеризации и термомеханической обработки сырного пласта, в результате которых сырное тесто приобретает слоисто-волоконистую структуру [1]. Также производство сыров с ЧиТСМ имеет ряд особенностей. Например, при проведении второго нагревания не рекомендуется вносить технологическую воду в сырное зерно с сывороткой, поскольку это будет способствовать снижению интенсивности молочнокислого процесса за счет уменьшения скорости развития заквасочной микрофлоры, что нежелательно, в то время как необходимым условием успешной чеддеризации является быстрое накопление молочной кислоты в сырном пласте. Процесс второго нагревания в большинстве случаев осуществляется путем подогрева сырного зерна с сывороткой через рубашку сыроизготовителя, либо путем введения вместо технологической воды подсырной сыворотки, предварительно подогретой до требуемой температуры [2].

На сегодняшний день на сыродельных предприятиях Республики Беларусь в достаточном количестве имеется сыворотка подсырная, одним из самых распространенных способов переработки которой является концентрирование путем нанофльтрация до массовой доли сухих веществ 18-20 % и дальнейшее возможное использование в качестве среды для чеддеризации сырного зерна в технологии сыров с ЧиТСМ.

Вместе с тем, в последнее время актуальным является производство молочных продуктов, обогащённых пробиотической микрофлорой. Такая продукция полезна потребителям различных возрастных групп и способствует профилактике многих заболеваний. В состав пробиотической микрофлоры входят живые микроорганизмы, которые оказывают нормализующее воздействие на состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта. Систематическое употребление молочных продуктов с пробиотическими свойствами оказывает оздоровительный эффект без применения лекарственных средств. Достоинством пробиотических лакто- и бифидобактерий является их безвредность для организма, отсутствие побочных явлений и привыкания к ним при длительном потреблении [3].

Анализируя вышепредставленную информацию, была выдвинута гипотеза, что введение вместо технологической воды сыворотки подсырной концентрированной путем нанофльтрации и обогащенной пробиотиче-

ской микрофлорой в качестве среды для чеддеризации сырного зерна позволит интенсифицировать молочнокислый процесс и обогатить готовый продукт пробиотической микрофлорой.

Таким образом, представляло интерес исследовать возможность применения в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы сыворотки подсырной, концентрированной путем нанофильтрации и обогащенной лакто- и бифидобактериями для проведения процесса чеддеризации сырного зерна и придания продукту пробиотических свойств, что и явилось целью работы.

Исследования были выполнены в лабораториях кафедры технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. Получение сыра осуществляли по промышленной технологии производства сыра «Моцарелла», которая была адаптирована к лабораторным условиям (рисунок 1). В качестве контрольного образца использовали сыр «Моцарелла», в котором процесс чеддеризации осуществляли без внесения сыворотки подсырной обогащенной, выработанный по технологической схеме, представленной на рисунке 1. В качестве опытных образцов выступал сыр с ЧиТСМ, полученный с проведением чеддеризации сырного зерна под слоем сыворотки подсырной с массовой долей сухих веществ 18%, концентрированной путем нанофильтрации и обогащенной пробиотической микрофлорой.

В качестве основной заквасочной микрофлоры для производства сыра использовали бактериальную закваску на основе термофильного стрептококка ST TH («Biotec», Италия) из расчета 20 U на 2000 кг смеси. В качестве заквасочных культур лакто- и бифидобактерий для обогащения сыворотки подсырной применяли бактериальные закваски, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пробиотических заквасочных культур для обогащения сыворотки молочной

Обозначение закваски	Производитель	Видовой состав	Расход
Ацидофильная палочка	РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Беларусь	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1 Е.А. на 100 л
FreshQChesse 1	Chr.Hansen, Дания	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i>	500 U на 15000 кг
FreshQ 2	Chr.Hansen, Дания	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	350 U на 10000 кг
LPRA	Sacco, Италия	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>	50 U на 5000 кг
Nutrish BB	Chr.Hansen, Дания	<i>Bifidobacterium</i>	25 U на 1000 кг

Приёмка молока-сырья, охлаждение и промежуточное хранение молока ( $t = (4\pm 2)^\circ\text{C}$ , не более 36 ч с учетом транспортировки)
Подогрев и нормализация молока в потоке ( $t = (65\pm 5)^\circ\text{C}$ )
Бактофугирование и дезодорация молока ( $65\pm 2)^\circ\text{C}$ ; 0,04-0,06 МПа)
Термизация молока ( $t = (70\pm 2)^\circ\text{C}$ , $\tau = 20-30$ с)
Охлаждение ( $4\pm 2)^\circ\text{C}$ и промежуточное хранение (не более 24 ч)
Пастеризация молока ( $t = (74\pm 2)^\circ\text{C}$ , $\tau = 20-30$ с)
Охлаждение до температуры свертывания ( $t = (38\pm 2)^\circ\text{C}$ )
Внесение компонентов (закваска)
Созревание молока при температуре свертывания ( $\tau = 30$ минут)
Внесение ферментного препарата, перемешивание
Свёртывание молока ( $t = (37\pm 1)^\circ\text{C}$ , $\tau = 25-30$ мин)
Разрезка сгустка, постановка сырного зерна ( $\tau = 10-15$ минут)
Второе нагревание ( $t = (39\pm 1)^\circ\text{C}$ ), вымешивание после второго нагревания ( $\tau = 35-45$ минут)
Формование сырного зерна в формы
Чеддеризация и самопрессование ( $t = (39\pm 1)^\circ\text{C}$ , $\text{pH} = 5,2\div 5,3$ ед.)
Измельчение сырного пласта, нагрев до температуры пластификации, термопластификация ( $t = (65-80)^\circ\text{C}$ )
Формование сырного теста в формы
Охлаждение и посолка в рассоле ( $t = (4-6)^\circ\text{C}$ )
Упаковка в термоусадочную пленку
Доохлаждение ( $t = (4\pm 2)^\circ\text{C}$ , $\tau =$ не более 24 ч, $\phi = 80-85\%$ )
Реализация

Рисунок 1 – Технологическая схема производства сыра «Моцарелла»

Подготовку сыворотки подсырной осуществляли следующим образом: сыворотку с массовой долей сухих веществ 18%, концентрированную путем нанофльтрации, подвергали пастеризации при температуре  $(90-92)^\circ\text{C}$  с выдержкой 15-20 минут, затем охлаждали до температуры заквашивания  $(30-38)^\circ\text{C}$  в зависимости от вида пробиотической микрофлоры.

Активизацию заквасочных микроорганизмов проводили для молочнокислых палочек при температуре  $(30-32)^\circ\text{C}$  и для бифидобактерий при температуре  $(36-38)^\circ\text{C}$  в течении от 1 до 6 часов.

В ходе выполнения работы изучали следующие опытные образцы сыра с ЧиТСМ, при получении которых в качестве среды для чеддеризации использовали сыворотку подсырную с массовой долей сухих веществ 18%, концентрированную путем нанофльтрации, и обогащенную различной пробиотической микрофлорой (далее – сыворотка обогащенная): опытный образец №1 – ацидофильной палочкой; опытный образец №2 -

закваской FreshQChesse 1; опытный образец №3 - закваской FreshQ 2; опытный образец №4 - закваской LPRA; опытный образец №5 - закваской Nutrish BB. Перед вымешиванием после второго нагревания 30% сыворотки от массы нормализованной смеси, полученной от процесса производства сыра, заменяли на такое же количество сыворотки обогащенной с последующим проведением чеддеризации под слоем сыворотки при температуре  $(39\pm 1)^\circ\text{C}$ .

В ходе работы исследована интенсивность молочнокислого процесса при чеддеризации сырного зерна под слоем сыворотки обогащенной в технологии сыра с ЧиТСМ, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Молочнокислый процесс при чеддеризации сырного зерна под слоем сыворотки обогащенной

Наименование образца сыра с ЧиТСМ	Активная кислотность сырного зерна перед чеддеризацией, ед.рН	Продолжительность чеддеризации, мин	Активная кислотность сырного зерна после чеддеризации, ед.рН	Титруемая кислотность сыворотки до/после чеддеризации, °Т
Контрольный образец (без применения сыворотки обогащенной)	6,27±0,03	70	5,25±0,03	11±1,9/ 15±1,9
Опытный образец №1 (сыворотка, обогащенная ацидофильной палочкой)	6,30±0,03	45	5,15±0,03	12±1,9/ 32±1,9
Опытный образец №2 (сыворотка, обогащенная закваской FreshQChesse 1)	6,29±0,03	80	5,20±0,03	11±1,9/ 29±1,9
Опытный образец №3 (сыворотка, обогащенная закваской FreshQ 2)	6,31±0,03	80	5,18±0,03	11±1,9/ 27±1,9
Опытный образец №4 (сыворотка, обогащенная закваской LPRA)	6,32±0,03	80	5,22±0,03	11±1,9/ 28±1,9
Опытный образец №5 (сыворотка, обогащенная закваской Nutrish BB)	6,28±0,03	80	5,24±0,03	12±1,9/ 29±1,9

Выявлено (таблица 2), что вид заквасочной микрофлоры, используемый для обогащения сыворотки подсырной оказывает влияние на интенсивность молочнокислого процесса в сырном зерне при чеддеризации. При этом отмечено, что процесс снижения активной кислотности в опытном образце №1, где средой для чеддеризации выступала сыворотка, обогащенная ацидофильной палочкой, проходил в 2 раза быстрее по сравнению с контролем и другими исследуемыми образцами №2-№5. Что в свою очередь, может быть связано с тем, что ацидофильная палочка является сильным кислотообразователем. Процесс чеддеризации сырного зерна в опытных образцах №2-№5 не имел отличий от контрольного образца. Вместе с тем, активная кислотность всех опытных образцов после чеддеризации сырного зерна составила 5,15-5,24 ед. рН.

Далее осуществляли процесс термопластификации исследуемых образцов сырного пласта, который проводили следующим образом: измельчение и подогрев до температуры греющей среды (65-80) °С, пластификация при температуре плавления до готовности. Результаты термопластификации сырной массы исследуемых образцов сыра представлены на рисунке 2.

Согласно данным, представленным на рисунке 2, определено, что вид пробиотической заквасочной микрофлоры, используемой для обогащения сыворотки оказывает влияние на способность сырного пласта к вытягиванию. При этом опытные образцы, где средой для чеддеризации выступала сыворотка, обогащенная молочнокислыми палочками (образцы №2-№4) и бифидобактериями (образец №5), а также контрольный образец имели положительный тест на плавление и характеризовались в меру плотной консистенцией, растягивались «в полотно» без разрыва с глянцевой поверхностью. Также выявлено, что опытный образец №1, где средой для чеддеризации выступала сыворотка, обогащенная ацидофильной палочкой, имел отрицательный тест на плавление и обладал творожистой рыхлой консистенцией с отсутствием слоисто-волокнистой структуры. Это может термопластификации в зависимости от вида пробиотической микрофлоры, используемой для обогащения сыворотки быть обусловлено высокой кислотообразующей способностью ацидофильной палочки без возможности образования вторичной белковой сетки, необходимой для создания слоисто-волокнистой структуры.

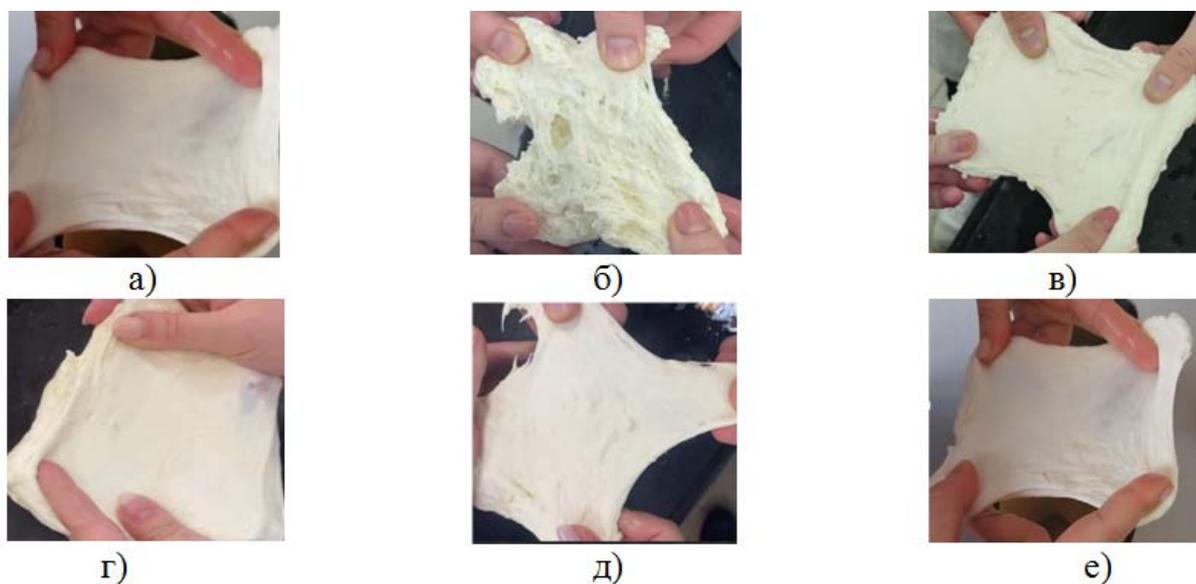


Рисунок 2 – Способность сырного пласта к вытягиванию в процессе  
Образцы сыра сЧиТСМ:

- а) Контрольный образец (без применения сыворотки обогащенной);
- б) Опытный образец №1 (сыворотка, обогащенная закваской Ацидофильная палочка);
- в) Опытный образец №2 (сыворотка, обогащенная закваской FreshQChesse 1);
- г) Опытный образец №3 (сыворотка, обогащенная закваской FreshQ 2);

- д) Опытный образец №4 (сыворотка, обогащенная закваской LPRA);  
е) Опытный образец №5 (сыворотка, обогащенная закваской Nutrish BB).

Таким образом, по совокупности результатов исследований рекомендовано в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификации сырной массы использовать в качестве среды для чеддеризации сырного зерна сыворотку подсырную, концентрированную путем нанофльтрации с массовой долей сухих веществ 18% и обогащенную заквасочными микроорганизмами *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum* и бифидобактериями, что позволило получить сырный пласт слоисто-волокнистой структуры с хорошей способностью к вытягиванию при термопластификации и придать продукту пробиотические свойства.

### Список литературы

1. ГОСТ 34356-2017. Сыры с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы. – Введен впервые. – Введ. С 2018-09-01. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 18 с. – Текст : непосредственный.
2. Скотт, Р. Производство сыра. Сырье, технология / Р. Скотт, Р.К. Робинсон. – Москва: Профессия, 2012. – 464 с. – Текст : непосредственный.
3. Шингарева, Т.И. Технология и оборудование для производства натурального сыра: учебник / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас, А.А. Майоров, О.Н. Мусина, Г.Е. Полищук. – М.: Высшее образование: Лань, 2018. – 508 с. – Текст : непосредственный.

УДК 637.137

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ УФ-ПЕРМЕАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНОГО САХАРА

*Денисов Александр Николаевич, студент-магистрант*  
*Мильков Илья Константинович, студент-магистрант*  
*Чекалев Егор Игоревич, студент-магистрант*  
*Соснин Михаил Владимирович, студент-магистрант*  
*Ажорин Александр Игоревич, студент-магистрант*  
*Фиалкова Евгения Александровна, науч. рук., д.т.н., профессор*  
*Шохалов Владимир Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент*  
*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* распылительные сушильные установки в молочной промышленности пользуются достаточно большой популярностью для изготовления различных видов сухой молочной продукции. Сушильные установки помогают сохранять наибольшее количество полезных свойств продуктов. Следовательно, совершенствование подобных установок в

пищевой промышленности занимает одно из ключевых мест для благоприятного развития пищевой отрасли в целом. С целью усовершенствования подобного оборудования, необходимо изучить последовательность работы сушильных установок, принцип их строения и предложить производству возможные методы улучшения их работы. Положительный эффект устройства обеспечивается за счет увеличения интенсивности и качества процесса сушки. Расширяются перспективы использования сушильной техники для организации процессов комплексной переработки пищевого сырья.

**Ключевые слова:** сушка, молоко, молочный сахар, сушильная установка, пищевая промышленность, сухой продукт, влага, молочный сахар

**Актуальность.** Работа посвящена исследованию процесса сушки УФ-пермеата в производстве молочного сахара. Производителями оборудования большое внимание уделяется направлению конструктивных совершенствований для снижения расхода воздуха, интенсификации теплообмена, исключения налипания на стенки. Экспериментальные исследования направленные на совершенствование конструкции требуют больших затрат (ресурсов), в частности изготовление опытных образцов, времени на эксперимент и т.д. Наименее затратным способом определения влияния изменений конструкционных параметров на гидро- и термодинамические процессы в аппарате является компьютерное моделирование [1].

**Целью работы** является исследование влияния конструкции подачи воздуха на гидродинамические условия процесса сушки УФ-пермеатав распылительной сушилке.

Для данной задачи мы использовали программу SolidWorks. В этой программе можно построить и просчитать движение воздуха, жидкости, газа или частиц внутри построенной модели. Технические характеристики установки приведены в таблице 1. Конструкции сушильных установок в двух вариантах представлены на рисунках 1 и 3.

Таблица 1– Технические характеристики сушильной установки

Марка	MPD 900-2
Тип	Двух стадийная
Производительность по испаренной влаге, макс.	12,6 кг/ч
Производительность при температурах на входе/выходе 180/80°C	5-6 кг/ч
Потребление сжатого воздуха, припл.	35 Нм <sup>3</sup> /час
Мощность эл. калориферов: главного псевдооживленного слоя мелкой фракции	15кВт 15 кВт, 5 кВт, 2 кВт
Давление сжатого воздуха, подведенного	6 бар
Контролируемый объемный расход воздуха из вытяжного вентилятора	175м <sup>3</sup> /час
Номинальный ток	43 А

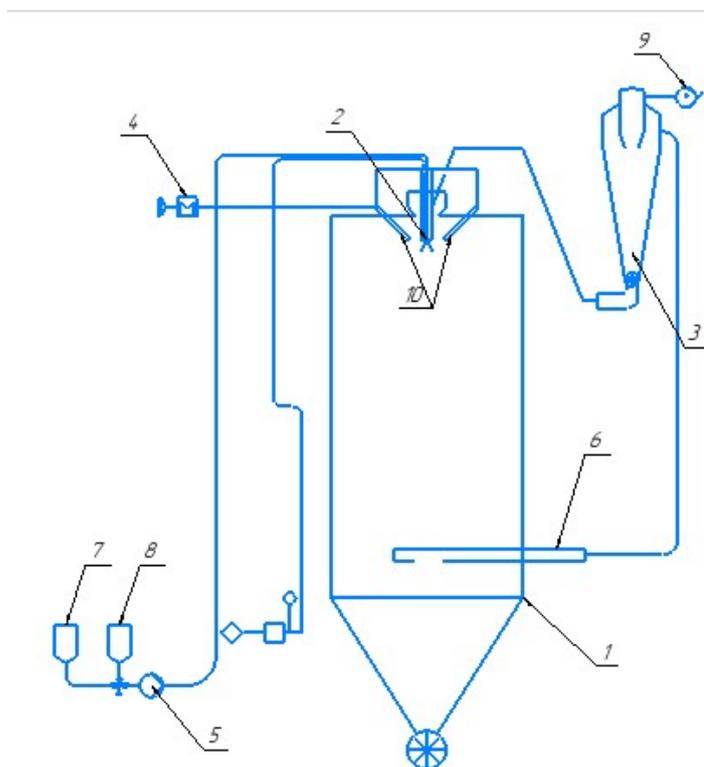


Рисунок 1 – Схема сушильной установки(вариант 1):

1 – сушильная башня, 2 – распылительная форсунка, 3 – циклон, 4 – главный калорифер, 5 – питающий насос, 6 – отвод отработанного воздуха, 7 – емкость для продукта, 8 – емкость для воды, 9 – вытяжной вентилятор, 10 – воздушные форсунки

В сушильную башню 1 (рисунок 1) продукт подается питающим насосом 5 через распылительную форсунку 2. Факел форсунки подхватывается потоками горячего воздуха, нагретым главным калорифером 4 до температуры  $180^{\circ}\text{C}$  из воздушных форсунок 10. Воздушные форсунки установлены под углом  $45^{\circ}$  к вертикальной оси распылительной форсунки и со смещением относительно горизонтальной оси. Такое положение позволяет радиально «закрутить» потоки воздуха и частиц продукта. Отработанный воздух удаляется через отвод 6 и циклон 3 вытяжным вентилятором 9.

Для получения гидродинамических параметров потока в программе SolidWorksFlowSimulation вводятся такие исходные данные как: давление продукта на входе в сушильную башню равную 5 бар, плотность воздуха  $\rho = 0,748 \text{ кг/м}^3$ , теплоёмкость воздуха  $C_p = 1,097 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ , теплопроводность воздуха  $\lambda = 4.01 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , динамическая вязкость воздуха  $\mu = 24,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , критерий Прандтля для воздуха  $Pr = 0,67$ , плотность УФ-пермеата  $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$ , теплоёмкость УФ-пермеата  $C_p = 3,9 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ , динамическая вязкость УФ-пермеата  $\mu = 0,15 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Путём установки заглушек перекрываются все отверстия на входе и выходе воздуха и продукта. Задаются граничные условия на внутренних поверхностях заглушек, а также цели расчёта: траектории потоков воздуха и распыляемого УФ-пермеата, статическое давление и средняя скорость движения по траектории [3].

Для выполнения математических расчетов в программу были введены все технические характеристики установки, а также условия, при которых производится процесс сушки.

Моделирование установки производилось по данным из руководства по эксплуатации. По методическим указаниям: ставим заглушки на входе и выходе для моделирования потока, затем редактируем входные данные, задаем материал изделия и тип продукта, далее проверяем начальные условия (давление и температуру). Добавляем граничные условия значения входного давления 5МПа, а выходного 0,5МПа. Добавляем цели и запускаем расчет. После расчета добавляем траекторию и получаем результат.

Результаты исследования движения потоков воздуха и частиц представлены на рисунке 2.

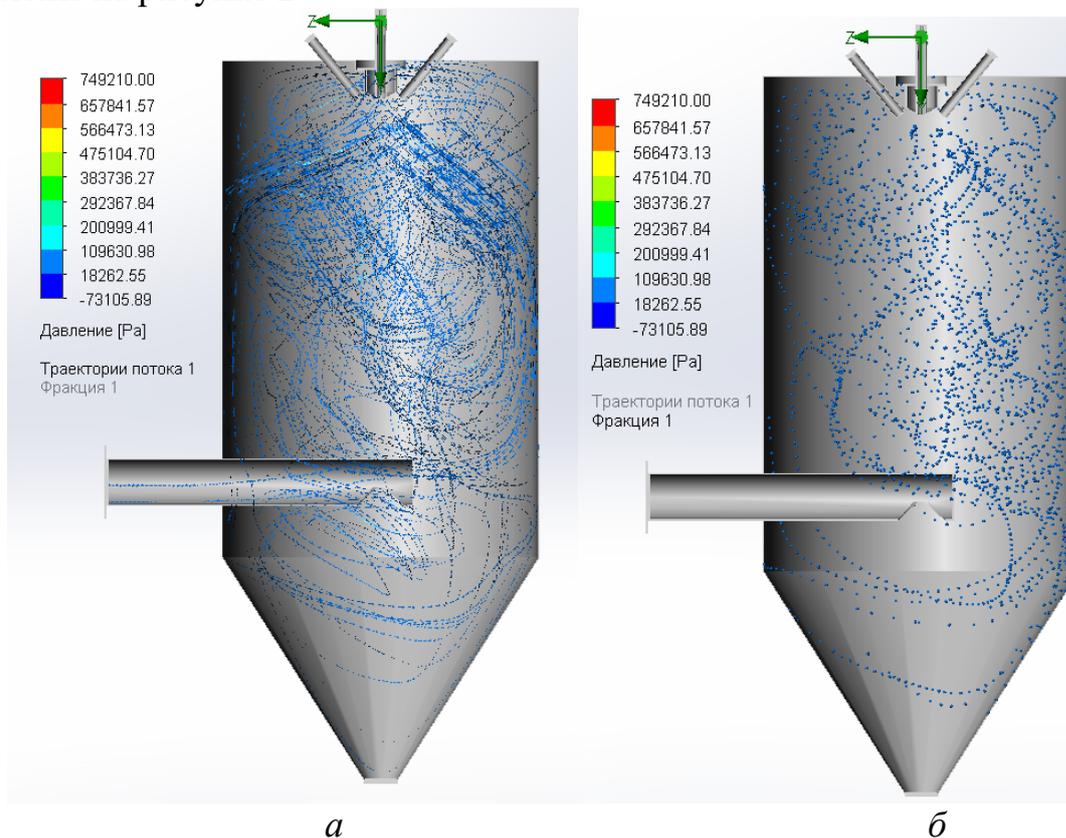


Рисунок 2 – Движение потоков воздуха и частиц в сушильной установке (вариант1): а) траектория движения воздушных потоков, б) траектория движения распыляемых частиц

Гидродинамические исследования потоков показали наличие нескольких не используемых областей сушильной башни, которые снижают эффективность работы всей установки. Для повышения эффективности ра-

боты оборудования необходимо увеличить время пребывания частиц продукта и воздуха в камере, а соответственно требуется изменить траекторию их движения и увеличить длину пути. [1] С этой целью разработана сушильная установка (вариант 2) отличающаяся от предыдущей конструкции способом отвода отработанного воздуха. Предлагается отработанный воздух отбирать не в нижней части сушильной башни, а в крышке через двойной патрубок 6 (рисунок 3).

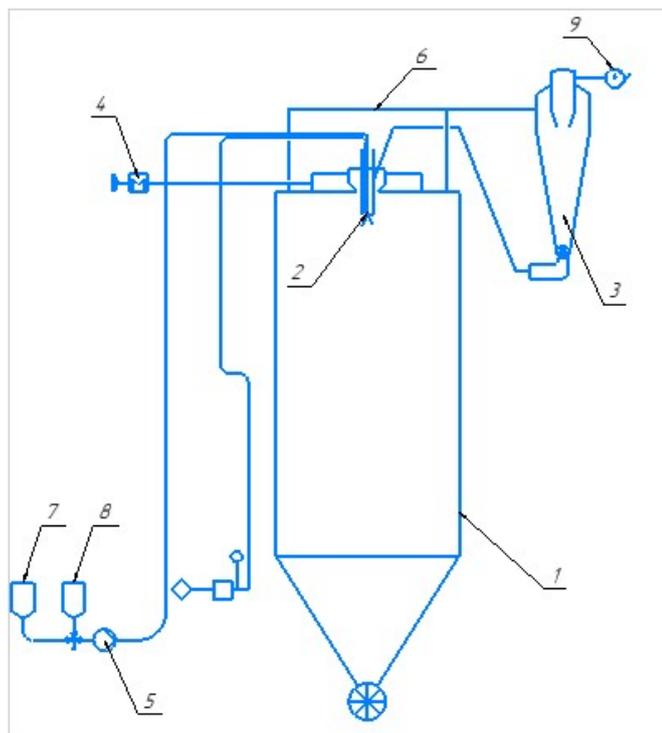
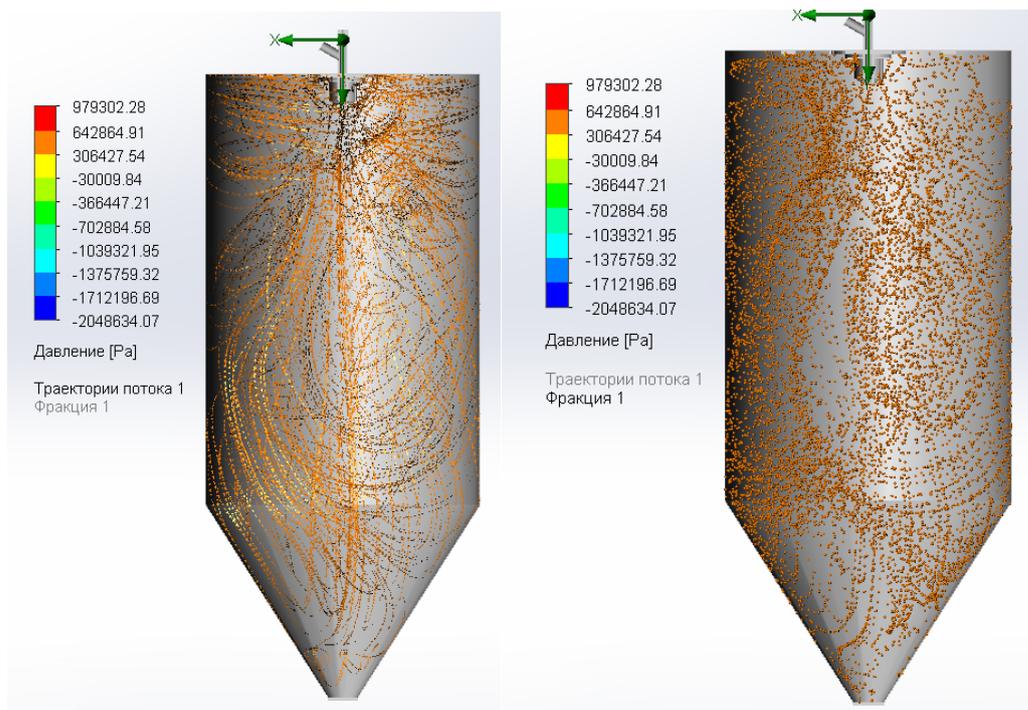


Рисунок 3 – Схема сушильной установки(вариант 2):

1 – сушильная башня, 2 – распылительная форсунка, 3 – циклон, 4 – главный калорифер, 5 – питающий насос, 6 – отвод отработанного воздуха, 7 –емкость для продукта, 8 – емкость для воды, 9 – вытяжной вентилятор

В сушильную башню 1 (рисунок 3) продукт подается питающим насосом 5 через распылительную форсунку 2. Факел форсунки подхватывается потоками горячего воздуха, нагретым главным калорифером 4 до температуры 180°C из отверстий расположенных вокруг распылительной форсунки под углом 60°. Такая конструкция позволяет «разбить» факел продукта, «закрутить» потоки воздуха и частиц продукта, что видно на рисунке 4. Отработанный воздух удаляется через отвод 6 и циклон 3 вытяжным вентилятором 9.



а)

б)

Рисунок 4 – Движение потоков воздуха и частиц в сушильной установке(вариант 2):

- а) траектория движения воздушных потоков,
- б) траектория движения распыляемых частиц

В результате можно сделать вывод, что исследование процесса сушки УФ-пермеата в производстве молочного сахара является крайне важным шагом в повышении качества и эффективности производства этого продукта. Наши исследования и предложенные инновации помогут создать более совершенную установку, которая будет отвечать всем необходимым требованиям и стандартам, а также способствовать развитию пищевой промышленности [2].

### Список литературы

1. МУ моделирование аэро- и гидродинамических процессов в программе FloWorks / Е.А. Фиалкова [и др.]. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – 26с. – Текст : непосредственный.
2. Кайнов, П.А. Оптимизация гидродинамических потоков в вакуумно-конвективных сушильных камерах / П.А. Кайнов, Ш.Р. Мухаметзянов. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №22. – С. 98-100
3. Коновалов, В.И. Сушка с тепловыми насосами в химической промышленности: возможности и экспериментальная техника / В.И. Коновалов, Е.В. Романова, Н.Ц. Гатапова. – Текст : непосредственный // Вестник ТГТУ. – 2011. – № 1. – С. 153-178.

**ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН ПШЕНИЦЫ И СВЁКЛЫ НА  
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ДОМАШНЕГО КОЗЬЕГО МОЛОКА**

*Иванов Николай Николаевич, студент-магистрант  
Смоляк Анна Александровна, студент-специалист  
Фенич Оксана Владимировна, науч. рук., ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО ДонАгрА, г. Макеевка, ДНР, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматривается влияние на удои и качественные показатели козьего молока добавления в кормовой рацион пшеницы и свёклы, в частности, даётся количественная и качественная оценка удоев, отмечается потенциальное влияние характеризуемых кормов на продуктивность в молочной отрасли.*

***Ключевые слова:** корма, удои, козы, пшеница, свёкла, жир, белок*

Производство козьего молока – важное звено в молочной отрасли, отличающееся высоким качеством и безопасностью продукции при невысоких затратах финансовых средств и рабочего труда. На количественные и качественные показатели козьего молока влияет комплекс факторов, и одни из таковых – кормовые ресурсы, состав которых может быть очень разнообразным. Потенциально положительный результат обеспечивает добавление в кормовой рацион коз пшеницы и свёклы; выявление их положительного влияния на количественные и качественные характеристики козьего молока – цель данной научно-исследовательской работы.

Повышение удоев молока и его качества всегда первостепенно у животноводческих хозяйств. Доступность и качество кормов не всегда могут удовлетворять потребность коз в необходимых питательных веществах, что отрицательно сказывается на удоях и качестве молока. Поэтому, актуальность работы, безусловно, высокая – добавление в питательный рацион коз полезной кормовой растительности способно существенно улучшить количество и качество удоев [1].

Пшеница – важнейшая продовольственная культура; большая часть зёрен пшеницы идёт на корм скоту и обладают высоким содержанием качественного белка, что позволяет сбалансировать питание крупного рогатого скота [2]. Кормовая свёкла даёт сочный, легкопереваримый и обладающий хорошими вкусовыми качествами корм; наличие свёклы в рационе помогает сбалансировать сахарно-протеиновое отношение (на 100 г переваримого протеина должно приходиться 120-150 г углеводов) [3].

В рассматриваемом домашнем хозяйстве содержатся 4 дойных козы – 2 двухлетние, 1 трёхлетняя и 1 шестилетняя (рисунок 1). После окота прошло от 1 до 2,5 месяцев.



Рисунок 1 – Козы едят сено (сверху) и сено с добавлением свёклы и пшеницы (снизу)

Поначалу козы кормились сеном, которое самостоятельно заготавливалось на зиму. Сено включает в себя такие травы, как пырей, газонную траву, донник, эспарцет, люцерну, клевер, суданскую траву, полевой горох, эспарцет. После этого корма был сделан анализ молока и подсчитано его количество за 1 неделю. Затем в корм, помимо сена, в течение недели стали добавлять свёклу кормовую красную и пшеницу (зерно). Суточная норма пшеницы на 1 козу составила 700 г, свёклы – 500 г.

Для определения влияния кормов на удои вёлся количественный учёт молока (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Зависимость количества молока от корма (сено)

Козы (по возрасту)	Количество молока, л							Всего молока, л
	6.03	7.03	8.03	9.03	10.03	11.03	12.03	
6	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4	2,5	2,5	17,1
3	2,1	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2	2,2	15,2
2	2,1	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3	2,1	15,3
2	2	2	2,1	2	2	2	2,1	14,2
Всего	8,6	8,7	8,9	9	8,7	9	8,9	61,8

Таблица 2 – Зависимость количества молока от корма (сено, свёкла, пшеница)

Козы (возраст)	Количество молока, л							Всего молока, л
	13.03	14.03	15.03	16.03	17.03	18.03	19.03	
6	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	18,3
3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	16,7
2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,6	2,6	2,5	16,9
2	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	15,1
Всего	8,9	9,1	9,3	9,4	9,7	9,7	9,7	67

Анализ экспериментальных данных таблицы позволил прийти к следующим выводам: за 2 недели при пастбищном питании удой молока с четырёх коз составил 128,8 литров. Когда в рацион питания коз были добавлены зёрна пшеницы и свёкла кормовая красная, удои увеличились на 5,2 литра, что на 7,8% больше.

Для выявления качественных показателей молока, а именно – содержания жира, содержания белка и плотности – в обоих случаях использовался анализатор молока «Клевер-2» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Анализатор молока «Клевер-2» с залитым в него молоком температурой 22,9°C

Через 2 минуты после заливки прибор поочередно выводил на экран измеренные значения показателей (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимость качества молока от корма

Корм за неделю	Массовая доля жира в молоке, %	Массовая доля белка в молоке, %	Плотность молока в градусах ареометра
1 неделя – сено	5,50	3,07	27,21
2 неделя – сено, свёкла кормовая красная, пшеница (зерно)	5,07	3,02	26,92

Пересчитываем плотность молока в единицы «кг/м<sup>3</sup>» по формуле:

$$\rho = 1000 + G$$

где  $\rho$  – плотность молока в кг/м<sup>3</sup>;

$G$  – показание плотности на индикаторе прибора [4].

Отсюда плотность молока в первую неделю составляет:

$$\rho = 1000 + 27,21 = 1027,21 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Плотность молока во вторую неделю составляет:

$$\rho = 1000 + 26,92 = 1026,92 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Как можно видеть, по результатам измерений исследуемые показатели молока во вторую неделю стали немного ниже, несмотря на увеличение количества и разнообразия корма. Предположительно, это может объясняться повышением температуры воздуха в наступивший весенний период и, как следствие, увеличением потребления козами воды, реакцией и адаптацией их организма к изменениям окружающей среды и питательного рациона [5].

Проведенная работа позволяет сделать заключение о разностороннем влиянии добавления в кормовой рацион пшеницы и свёклы на количественные и качественные показатели удоев козьего молока. В то время как качественные показатели в рамках опыта претерпели небольшое снижение, количественные заметно возросли. Учитывая эти результаты, возможно проведение дальнейших исследований и совершенствование питательного рациона для получения наилучших результатов по удоям и качеству молочной продукции.

### Список литературы

1. Хазанов, Е.Е. Технология и механизация молочного животноводства / под ред. Е.Е. Хазанова. – 2-е. изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 352 с. – Текст : непосредственный.
2. Химический состав и питательность зерна пшеницы, ячменя и кукурузы в зависимости от способов подготовки их к скармливанию / Н.Н. Швецов, Н.П. Зуев, М.М. Наумов [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2015. – №12 (134). – С. 101-106.
3. Сахарная свекла / под ред. Д. Шпаара. – Москва: ИД ООО «DVL АГРО-ДЕЛО», 2009. – 390 с. – Текст : непосредственный.

4. Мищенко, А.А. Анализатор жидкости ультразвуковой «Уликор» исполнение Клевер-2 (анализатор молока) / А.А. Мищенко. – Текст: непосредственный. – ООО НПП БИОМЕР. – Новосибирск. – 2015. – С. 13-16.
5. Карпенко, Л.Ю. Оценка химического состава козьего молока / Л.Ю. Карпенко, А.А. Бахта, А.Б. Балыкина. – Текст: непосредственный // Современные проблемы пищевой безопасности: материалы международной научной конференции, Санкт-Петербург (22-23 октября 2020 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. – С. 118-119.

**УДК 637.072:637.051**

## **ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА (РЯЖЕНКИ) РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

*Карасева Полина Александровна, студент-магистрант  
Семак Анна Эдуардовна, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

***Аннотация:** проводилась ветеринарно-санитарная оценка и сравнение образцов ряженки трёх торговых марок: «Домик в деревне», «Ашан» и «Каждый день».*

***Ключевые слова:** ряженка, жидкие кисломолочные продукты, продукты питания, торговые марки*

Жидкие кисломолочные продукты из года в год набирают все большую популярность, что связано с доступными ценами, удобством употребления, а также их благотворным влиянием на организм. Особое внимание среди ЖКП уделяется ряженке, которая пользуется достаточно большим спросом.

*Актуальность данной работы* заключается в увеличении количества марок ряженки, которые представлены на прилавках в магазинах вполне по выгодным ценам. Среди потребителей широко распространен стереотип, что более дешевые и менее разрекламированные марки продуктов хуже по качеству. Данная тема является недостаточно изученной, что также являлось критерием ее выбора.

Объект исследования – качество кисломолочного продукта (ряженки) различных торговых марок.

*Предметами* исследования являются органолептические, физико-химические, микробиологические и химико-токсикологические свойства кисломолочного продукта (ряженки).

*Целью* данной работы является оценка уровня соответствия органолептических, микробиологических, химико-токсикологических и фи-

зико-химических свойств и безопасности каждого исследуемого кисломолочного продукта разных производителей, в частности ряженки, принятым нормам.

*Методы исследования:*

- Анализ нормативной документации по теме работы;
- Изучение литературы по теме работы;
- Изучение предметов исследования;
- Анализ полученных результатов.

*Материал исследования:* в данной работе будут рассматриваться пробы ряженки от трех наиболее интересных для меня марок: одной наиболее популярной («Домик в деревне») и двух наименее распространенных («Каждый день», «Ашан»).

В частности, проводилась ветеринарно-санитарная оценка проб ряженки 3,2% жирности следующих торговых марок: «Домик в деревне», «Каждый День» и «Ашан».

Для начала следует разобраться, что представляет из себя ряженка. Ряженка – это кисломолочный продукт, особенность производства которого заключена в сквашивании топленого молока с использованием термофильных молочнокислых стрептококков и чистых культур болгарской палочки (не всегда используются) [1].

*Данные о рассматриваемых торговых марках*

В результате исследований 2021 года Роскачество внесло ряженку ТМ «Домик в деревне» в ТОП-10 и поставило его на почетное второе место. Ряженки ТМ «Ашан» и «Каждый день» не пользуются особой популярностью, поэтому было интересно проверить их качество.

После выбора торговых марок кисломолочных продуктов был проведен опрос среди потребителей насчет той, продукт которой каждый с наибольшей вероятностью будет куплен.

В Диаграмме №1 представлены результаты опроса, по которым видно, что большинство голосовавших выбрали достаточно известную фирму, а именно

«Домик в деревне». «Ашан» и «Каждый день» в отличие от нее не пользуются таким доверием потребителей.



Рисунок 1 – Диаграмма №1

Далее будут представлены результаты ветеринарно-санитарной оценки ряженки этих трех производителей, чтобы понять, насколько данные опроса обоснованные.



Рисунок 2 – «Домик в деревне» (слева) и «Ашан» (справа)

#### *Органолептические показатели*

К органолептическим свойствам относятся: внешний вид, вкус, цвет, запах и консистенция.

*Внешний вид и цвет* обуславливаются температурой и продолжительностью пастеризации, качеством заквасок и пищевых добавок. При исследовании цвет ряженки «Ашан» был несколько темнее ряженки «Домик в деревне». По цвету ряженка торговой марки «Каждый день» находилась между двумя другими, но ближе к цвету «Домика в деревне».

*Запах и вкус* данного изучаемого кисломолочного продукта определяются тепловой обработкой молока и интенсивностью молочнокислого брожения, что было наблюдаемо у проверяемой продукции.

*Консистенция* определяется сырьем и технологией производства. Вязкость обуславливается содержанием жира, белка, кислотностью, режимом тепловой обработки и гомогенизации молока.

Согласно ГОСТу 31455-2012 «Ряженка. Технические условия» вкус и запах должны быть кисломолочными, что наблюдалось у всех образцов.

Цвет должен быть светло-кремовый, равномерный. У образцов ТМ «Домик в деревне» цвет нежный светло-кремовый, у «Ашан» цвет в основном был насыщенно-кремовым, образцы «Каждого дня» по цвету был светлее, чем «Ашан», но не настолько светлые, как у «Домика в деревне».

Консистенция должна быть однородная с нарушенным (резервуарный способ производства) или ненарушенным (термостатный) сгустком без газообразования. У всех образцов был нарушен сгусток. У некоторых из образцов ТМ «Каждый день» консистенция была более жидкая, и напротив все образцы ТМ «Ашан» были более густые, чем образцы «Домика в деревне», что может наблюдаться при продолжительном томлении молока, а также более густая консистенция наблюдается при высоком уровне белка.

Исходя из полученных данных, можно видеть, что все три марки соответствуют по органолептическим признакам общепринятым нормам.

#### *Физико-химические показатели*

Значения физико-химических показателей зависят от физиологического состояния животного, от которого взято молоко, сезонности, климата и от качества технологических процессов.



Рисунок 3 – Определение жира в жиромере

*Массовая доля жира* определяется с помощью кислотного метода: жир выделяется под действием серной кислоты и изоамилового спирта с последующим центрифугированием и измерением объема выделившегося жирового слоя, собравшегося в градуированной части бутирометра (жиромера) [2].

Массовая доля жира у большинства из образцов соответствовала информации, указанной на этикетках, и равнялась 3,2%. Но в некоторых из образцов ТМ «Каждый день» массовая доля жира 3%.

*Массовую долю белка* ЖКП (без наполнителей) определяют с помощью нахождения массовой доли общего азота по методу Кьельдаля [3].

Массовая доля белка у ряженки должна составлять не менее 2,8%, но у всех образцов наблюдалось значение практически в 2 раза выше: «Каждый день» - 3,15-3,40%; «Домик в деревне» - 3,00-3,40%; «Ашан» - 2,85-3,35%.

*Фосфатаза или пероксидаза* – эти два фермента определяются для проверки уровня пастеризации. Пероксидаза инактивируется при температуре 80<sup>0</sup>С через 20-30 секунд [4, с. 2], щелочная фосфатаза – в течение 30 минут при 63<sup>0</sup>С. Наличие данных ферментов не допускается в ряженке. Все образцы соответствовали этому требованию.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что все три образца соответствуют принятым нормам. Но при выпуске в продажу продукцию проверяют также на безопасность, а именно на микроорганизмы и токсические вещества.

#### *Микробиологические показатели*

Помимо основной микрофлоры ряженка также может содержать микроорганизмы, попавшие в продукт из внешней среды (с поверхности оборудования, упаковки, из воздуха и т.д.).

В данной работе проверялось содержание таких микроорганизмов, как: КМАФАнМ, БГКП, *L. monocytogenes*, м/о рода *Salmonella*, молочнокислые бактерии, а также дрожжи и плесени.

*КМАФАнМ* – количество микроорганизмов, вырастающих в течение 72 часов при температуре около 30<sup>0</sup>С на твердом питательном (мясопептонном) агаре [5, с. 2]. Их количество является одним из показателей качества технологических процессов при производстве. Для молочнокислых микроорганизмов норма составляет не менее  $1 \times 10^7$  [6].

*БГКП (коли-формы)* – их наличие во всех пробах от одной партии свидетельствует о плохом санитарном состоянии посуды и оборудования. Эти микроорганизмы сбраживают лактозу с образованием газа и кислоты, на чем и основывается метод определения данных м/о в пищевых продуктах. Наличие коли-форм не допускается в 0,01 г (см<sup>3</sup>) продукта [6].

*Listeria monocytogenes* – микроорганизмы, наличие которых в организме может нанести непоправимый вред ЦНС. На твердой питательной среде данные микроорганизмы имеют характерный запах творога. В ряженке запрещено присутствие данного микроорганизма.



Рисунок 4 – Сгустки, образовавшиеся под воздействием молочнокислых

*Патогенные, в том числе род Salmonella*, попадая в организм пероральным способом, вызывают развитие токсикоинфекции. На плотных пит. средах они образуют блестящие, нежные, слегка выпуклые, полупрозрачные колонии [6, с. 6]. Согласно ТР ТС 033/2013 наличие данных микроорганизмов не допускается в 25 г (см<sup>3</sup>) продукта [7].

*Молочнокислые бактерии* вносят в продукт в виде закваски [8, с. 5]. Сущность метода проверки их наличия заключается в способности этих м/о сбрасывать лактозу до молочной кислоты и образовывать сгусток (рис. 3).

В исследуемых образцах не было обнаружено содержание микроорганизмов. На плотных питательных средах ничего не проросло, в жидких – не выпадал осадок, и не было помутнения. Молочнокислые бактерии присутствуют во всех образцах.

Далее будут представлены результаты ветеринарно-санитарной оценки химико-токсикологических показателей – последнего важного показателя качества пищевых продуктов и безопасности для потребителей.

#### *Химико-токсикологические показатели*

В молочной продукции контролируют 4 группы антибиотиков, такие как: левомицетин (хлорамфеникол), тетрациклиновая группа, бацитрацин, пенициллин, которые определяют с помощью иммуноферментного анализа [8].

Нормы для ряженки по данному показателю указаны в приложении №4 ТР ТС 033/2033, и количество антибиотиков должно составлять для:

левомицетина (хлорамфеникола) – менее 0,01 мг/л, тетрациклиновой группы – менее 0,01 мг/л, бацитрацина – менее 0,5 мг/л, пенициллина - менее 0,01 мг/л [6].

Во всех образцах трех торговых марок не было найдено остаточного количества антибиотиков, что указывает на хорошее качество сырья, доставляемое на производство.

### *Заключение*

Таким образом, исходя из вышеприведенных в данной работе результатов, можно сделать определенные выводы, что ряженка менее популярных производителей, таких как «Каждый День» и «Ашан», достойно проявили себя при оценке органолептических, микробиологических, химико-токсикологических и физико-химических, как и образцы достаточно распространенной торговой марки «Домик в Деревне».

И, хоть они и не попали в рамки нормы только по массовой доли жира, то можно сказать, что продукция исследуемых марок безопасна для потребителей и негативных последствий при их употреблении наблюдаться не должно.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 31455-2012. Ряженка. Технические условия»: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. N 1595-ст.: введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2013 г // Стандартинформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 31455-2012. Ряженка. Технические условия (internet-law.ru). – Текст: электронный.
2. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира: утверждено постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26 июля 1990 г. N 2293 // Стандартинформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира (internet-law.ru). – Текст: электронный.
3. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка: введено в действие постановлением Государственного комитета РФ по стандартизации и метрологии от 26 марта 1999 г. N 95 // Стандартинформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка (internet-law.ru). – Текст: электронный.
5. ГОСТ 3623-2015. Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации»: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 октября 2015 г. № 81-П // Стандартинформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 3623-2015. Молоко и мо-

лочные продукты. Методы определения пастеризации (internet-law.ru). – Текст: электронный.

6. ГОСТ 32901-2014. «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2014 г. N 1953-ст. // Стандартиформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа (internet-law.ru). – Текст: электронный.

7. ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции: утвержден Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 09 октября 2013 г. №67 // КонсультантПлюс: справочная правовая система. – Москва, 1997. – URL: Технический регламент таможенного союза ТР ТС 033/2013 о безопасности молока и молочной продукции / КонсультантПлюс (consultant.ru). – Текст: электронный.

8. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2012 г. N 715-ст. // Стандартиформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* (internet-law.ru). – Текст: электронный.

9. ГОСТ 33951-2016. Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2016 г. N 1827-ст. // Стандартиформ. – Москва, 2019. – URL: ГОСТ33951-2016. Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов (internet-law.ru). – Текст: электронный.

**УДК 637.352**

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТОВ «Я ХОЧУ СТАТЬ МАМОЙ»**

*Кардовская Алина Михайловна, студент-бакалавр  
Костина Анастасия Александровна, студент-бакалавр  
Фатеева Наталия Владимировна, науч. рук., ст. преподаватель  
Неронова Елена Юрьевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** рассматриваются экономические аспекты проекта по производству новых творожных продуктов "Я хочу стать мамой". Исследуются основные экономические показатели, такие как затраты на производство, прогнозируемый объем продаж, ожидаемую прибыльность проекта и другие параметры.*

**Ключевые слова:** *творожный продукт, грецкий орех, морковное пюре, мед, яблочное пюре, сахар, фолиевая кислота, черничный сироп, грушевое пюре, цикорий, тыквенное пюре, цена, себестоимость, рентабельность*

Молочная промышленность играет важную роль в экономике, обеспечивая население необходимыми продуктами питания. Развитие молочной промышленности имеет большое социальное и политическое значение, включая обеспечение продовольственной безопасностью и влияние на благосостояние народа. По мере развития страны и формирования рыночных отношений, производство и потребление пищевых продуктов, в том числе молочных, становятся все более важными.

В последние годы страна смогла решить многие проблемы в пищевой промышленности и сегодня Россия способна производить большое количество отечественной продукции [1]. На российском рынке появляются молочные продукты с добавлением различных компонентов, таких как овощные и фруктовые пюре, орехи, семечки, мед и другие [3]. Этот подход не только расширяет ассортимент молочной продукции, но и удовлетворяет растущий спрос потребителей на более разнообразные и функциональные продукты.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА в рамках дисциплины «Проектная деятельность» находится в разработке технология творожных продуктов «Я хочу стать мамой». Эти творожные продукты позволят женщине подготовить свой организм к зачатию. В состав данных продуктов будет входить творог с различными наполнителями: мед, грецкий орех, яблочное пюре, грушевое пюре, морковное пюре, сахар, черничный сироп, цикорий, тыквенное пюре. Выбор данных наполнителей был сделан на основе анализа витаминов и микроэлементов, которые необходимы женщине в период планирования беременности.

Также в творожные продукты будет добавлена фолиевая кислота (витамин В<sub>9</sub>), поскольку она является одной из важных составляющих для организма женщины при планировании беременности. В творожные продукты будет добавляться 50% от суточной нормы витамина В<sub>9</sub> (суточная норма – 400 мкг.).

Прием фолиевой кислоты в идеале начинается до зачатия, чтобы избежать дефицита фолиевой кислоты во время беременности. Развитие нервной трубки у эмбриона происходит на ранних неделях беременности (1-й триместр), часто до того, как женщина осознает, что она беременна. Нервная система образуется из эмбриональных зачатков, отдельный участок которых складывается в нервную трубку на 4 неделе со дня зачатия. Если трубка не закрывается, образуется дефект нервной трубки и различные его проявления. По данным исследований, у новорожденных, которые

испытывали постоянную нехватку фолиевой кислоты, при рождении диагностируются: заячья губа, волчья пасть, спинномозговые грыжи, анэнцефалия, микроцефалия, мозговые кисты [2].

Эксперты ВОЗ утверждают, что прием витамина В<sub>9</sub> позволяет снизить риск развития многих патологий, которые могут сформироваться у плода в период его развития (например, риск сердечно - сосудистых аномалий снижается на 35-59 %). Ко всему прочему, фолиевая кислота обеспечивает рост матки и созревание плаценты, снижает риск преэклампсии, поддерживает функцию кроветворения в кроветворных органах женщины и плода [2].

Для определения экономической эффективности проекта производства творожных продуктов «Я хочу стать мамой» был рассчитан ряд показателей.

Себестоимость новых творожных продуктов включает в себя затраты на сырье (творог 5%, фолиевую кислоту, овощные и фруктовые компоненты, цикорий и другие), стоимость упаковки и других вспомогательных материалов, затраты на энергоресурсы, рекламу и т.п.

Пример расчета стоимости сырья и основных компонентов на 1 тонну творожного продукта с тыквенным пюре, медом и грецким орехом показан в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимость сырья и основных материалов за вычетом доходов

Вид продукции	Выпуск за сутки, т	Сырье и основные материалы				Итого затраты на сырье и основные материалы на 1т, тыс. руб.
		Наименование	Потребность на выпуск, т	Стоимость единицы, тыс. руб.	Стоимость на выпуск, тыс. руб.	
ТП (ТМО)	1	Творог	0,8109	250	202,725	233,249
		Тыквенное пюре	0,122	52	7,564	
		Мёд	0,061	300	18,300	
		Грецкий орех	0,006	610	3,660	
		Фолиевая кислота	0,0001	10000	1,000	
Примечание: ТП (ТМО) – творожный продукт с тыквенным пюре, медом и грецким орехом						

Затраты на сырье и основные материалы занимают наибольший удельный вес в себестоимости молочных продуктов, например, для творожного продукта с тыквенным пюре, медом и грецким орехом, они составили 72% от всех затрат на производство и реализацию нового продукта [4].

В качестве упаковки будут использоваться пластиковые стаканчики, поскольку они обходятся дешевле не только при изготовлении, но и при утилизации, в отличие от их стеклянных или картонных конкурентов. Также одним из основных преимуществ данной упаковки состоит в том, что пищевой пластик не вступает в химическую реакцию с жирами и сахаром, содержащимися в молочных продуктах. И, соответственно, не влияет на исходный состав творожного продукта. Более того, плотная упаковка препятствует поступлению кислорода, предотвращая окисление и порчу.

Расчет прибыли и цены каждого из видов творожных продуктов «Я хочу стать мамой» представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет прибыли и цены творожных продуктов, тыс. руб.

Статьи	Виды продукции			
	ТП (ТМО)	ТП (ЯМГ)	ТП (ЯМ)	ТП (ЦЧ)
Полная себестоимость	323,68	293,24	292,63	368,21
Рентабельность, %	10	10	10	10
Прибыль, тыс. руб.	32,368	29,324	29,263	36,821
Оптовая цена, тыс. руб.	356,10	322,57	321,90	405,03
НДС, тыс. руб.	35,610	32,257	32,190	40,503
Отпускная цена 1т, тыс. руб.	391,710	354,827	354,090	445,533
Отпускная цена 1 упаковки (200 г.), руб.	78,34	70,97	70,82	89,11
Предположительная розничная цена 1 упаковки, руб.	97,93	88,71	88,56	106,85

Примечание:  
 ТП (ТМО) – творожный продукт с тыквенным пюре, медом и грецким орехом  
 ТП (ЯМГ) – творожный продукт с яблочно-грушевым и морковным пюре  
 ТП (ЯМ) – творожный продукт с яблочным и морковным пюре  
 ТП (ЦЧ) – творожный продукт с цикорием и черничным сиропом

Каждая реализованная тонна творожного продукта принесет прибыль в размере от 29 до 37 тыс. руб.

Планируемая рентабельность продуктов выбрана 10% с тем, чтобы отпускная цена не превышала цены на уже существующие творожные продукты. Розничная цена 1 упаковки (200 г.) планируется в размере от 88 до 107 руб.

Также была рассчитана безубыточность производства, которая показала, что предприятию необходимо вырабатывать и реализовывать не менее чем по 56 тонн каждого вида творожного продукта в год.

### Список литературы

1. Жиличкин, Д. Пищевая промышленность России: ее проблемы и перспективы / Д. Жиличкин, Т.Н. Медведева. – Текст: непосредственный // Материалы ЛП Международной студенческой научно-практической конференции Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Том Часть 2. – Тюмень: Изд-во ГАУ Северного Зауралья, 2018 – С. 105–109.
2. Коханова, Д.А. Применение препаратов фолиевой кислоты для предотвращения дефектов развития нервной трубки плода / Д.А. Коханова, Е.А. Дубова, А.Р. Кувакова. – Текст: непосредственный // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2018. – С. 57-60.
3. Морошкина, Е.В. Экономические показатели производства и реализации нового кисломолочного продукта «Тыквоежка» / Е.В. Морошкина, Н.В. Фатеева, Е.Ю. Неронова. – Текст : непосредственный // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции Инновационные технологии в АПК: теория и практика. – Курган: Изд-во Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева (Лесниково), 2021. – С. 146-149.
4. Неронова, Е.Ю. Кисломолочный продукт с брусничным соком и толокном / Е.Ю. Неронова, Н.В. Фатеева. – Текст : непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 3(43). – С. 138-145.

УДК 637.352

#### **ВЫБОР РЕЦЕПТУРЫ ДЛЯ ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА «Я ХОЧУ СТАТЬ МАМОЙ», РЕКОМЕНДУЕМОГО В ПЕРИОД ПЛАНИРОВАНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ**

*Костина Анастасия Александровна, студент-бакалавр  
Кардовская Алина Михайловна, науч. рук., студент-бакалавр  
Неронова Елена Юрьевна, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в Вологодской ГМХА разработана технология нового творожного продукта с различными наполнителями. В работе была изучена возможность обогащения творожного продукта фолиевой кислотой. Проведен анализ органолептических показателей продукта.

*Ключевые слова:* творожный продукт, фолиевая кислота, тыквенное пюре, мед, грецкий орех, яблочное пюре, груша, цикорий, черничный сироп, морковное пюре, органолептическая оценка

На сегодняшний день демографическая ситуация в России диктует новые задачи во многих направлениях деятельности, в том числе и в обла-

сти здорового питания. В связи с экологическим кризисом и под влиянием социально-экономических факторов наблюдается рост и расширяется спектр заболеваний у беременных женщин, продолжает сокращаться число нормальных родов. В связи с этим встает задача обеспечения организма женщины еще до зачатия всеми необходимыми нутриентами. Одним из вариантов разрешения сложившейся ситуации является внесение в рацион питания биологически активных добавок к пище из натурального отечественного сырья [1].

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА в разработке находится серия творожных продуктов «Я хочу стать мамой», которая позволит подготовить женщине свой организм к зачатию. В состав творожных продуктов будут входить такие наполнители как: тыквенное пюре, мед, грецкий орех, яблочно-грушевое пюре, морковное пюре, яблочное пюре, цикорий, черничный сироп. Выбор был сделан в пользу именно этих продуктов, так как в них содержатся необходимые витамины и микроэлементы, которые необходимы женщине в период планирования беременности.

Помимо различных наполнителей, творожный продукт также в своем составе содержит и фолиевую кислоту, которая является незаменимым микронутриентом как для развития плода и ребенка, так и для жизнедеятельности организма в целом.

Организм человека не способен синтезировать фолиевую кислоту, лишь небольшая часть синтезируется микрофлорой кишечника, но это количество не покрывает суточную потребность в витамине [2]. Наиболее богаты фолатами печень животных и птиц, розмарин, базилик, петрушка, подсолнечник, соя, зелень, фасоль, спаржа, арахис, а также те продукты, которые указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание фолиевой кислоты

Источник фолиевой кислоты	Доля фолиевой кислоты на 100 г, мкг
Тыквенное пюре	16
Мед	3,3
Грецкий орех	77
Яблочное пюре	3
Морковное пюре	14
Черничный сироп	6
Цикорий	110
Груша	7

Для подбора рецептуры нового творожного продукта с различными наполнителями был проведен патентный поиск, а также были изучены литературные источники. В качестве наполнителей для творога были взяты тыквенное пюре с медом и грецким орехом, яблоко груша с морковью и сахаром, яблоко с морковью и сахаром, цикорий с черникой. (табл. 2).

Таблица 2 – Рецептуры модельных образцов (творог с тыквенным пюре, медом и грецкими орехами)

Наименование ингредиента	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Творог 5%, г	83,69	86,39	81,01
Тыквенное пюре, (г)	10,5	8,6	12,2
Мед, (г)	5,2	4,4	6,1
Грецкий орех, (г)	0,6	0,6	0,6
Фолиевая кислота, (г)	0,01	0,01	0,01
Итого, (г)	100	100	100

Таблица 3 – Рецептуры модельных образцов (творог с яблоком и грушей, морковь и сахаром)

Наименование ингредиента	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Творог 5%, г	76,9	74,09	71,39
Яблоко груша, (г)	15,4	16,6	17,9
Морковное пюре, (г)	15,4	16,6	17,9
Сахар, (г)	2,9	2,8	2,7
Фолиевая кислота, (г)	0,01	0,01	0,01
Итого, (г)	100	100	100

Таблица 4 – Рецептуры модельных образцов (творог с яблоком, морковь и сахаром)

Наименование ингредиента	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Творог 5%, г	76,9	74,09	71,39
Яблоко, (г)	15,4	16,6	17,9
Морковное пюре, (г)	4,8	6,5	8
Сахар, (г)	2,9	2,8	2,7
Фолиевая кислота, (г)	0,01	0,01	0,01
Итого, (г)	100	100	100

Таблица 5 – Рецептуры модельных образцов (творог с цикорием и черничным сиропом)

Наименование ингредиента	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Творог 5%, г	84,19	83,29	81,49
Цикорий, (г)	1	1,1	1,2
Черничный сироп, (г)	14,8	15,6	17,3
Фолиевая кислота, (г)	0,01	0,01	0,01
Итого, (г)	100	100	100

Органолептическая оценка образцов продукта проводилась по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011. В комиссии участвовало 10 сотрудников-экспертов.

Для оценки внешнего вида, аромата, консистенции и вкуса, цвета каждому эксперту была предоставлена порционная упаковка (стакан) вме-

стимостью 50 г. Температура проб во время органолептической оценки составляла 4<sup>0</sup>С.

Органолептическая оценка проводилась по 5-балльной шкале по следующим показателям: внешний вид, цвет, аромат, консистенция, вкус. Оценивая каждое свойство по балльной системе, используют цифровую дискретную интервальную шкалу, на которой указала величина отклонения от установленных заранее требований к органолептическим свойствам продукта.

Балльная система:

5 – нет отклонений от заранее установленных требований

4 – минимальное отклонение от заранее установленных требований

3 – заметное отклонение от заранее установленных требований

2 – значительное отклонение от заранее установленных требований

1 – очень значительное отклонение от заранее установленных требований.

По итогам оценки (табл. 3) были построены соответствующие профилограммы (рис.1).

Таблица 6 – Результаты органолептической оценки модельных образцов

№ п/п	Творог с наполнителем	Рецептура	Средние (суммарные) баллы участников дегустации				
			Внешний вид	Цвет	Аромат	Консистенция	Вкус
1	Творог с тыквенным пюре, медом и грецкими орехами	Рецептура №1	4	4	4	5	4
		Рецептура №2	4	4	3	5	3
		Рецептура №3	5	4	4	5	4
2	Творог с яблоком и грушей, морковью и сахаром	Рецептура №1	4	5	4	5	3
		Рецептура №2	5	4	4	5	4
		Рецептура №3	4	4	3	5	4
3	Творог с яблоком, морковью и сахаром	Рецептура №1	4	4	3	5	4
		Рецептура №2	5	4	4	5	4
		Рецептура №3	4	5	4	5	3
4	Творог с цикорием и черничным сиропом	Рецептура №1	5	4	4	5	4
		Рецептура №2	4	4	3	5	3
		Рецептура №3	4	4	4	5	4

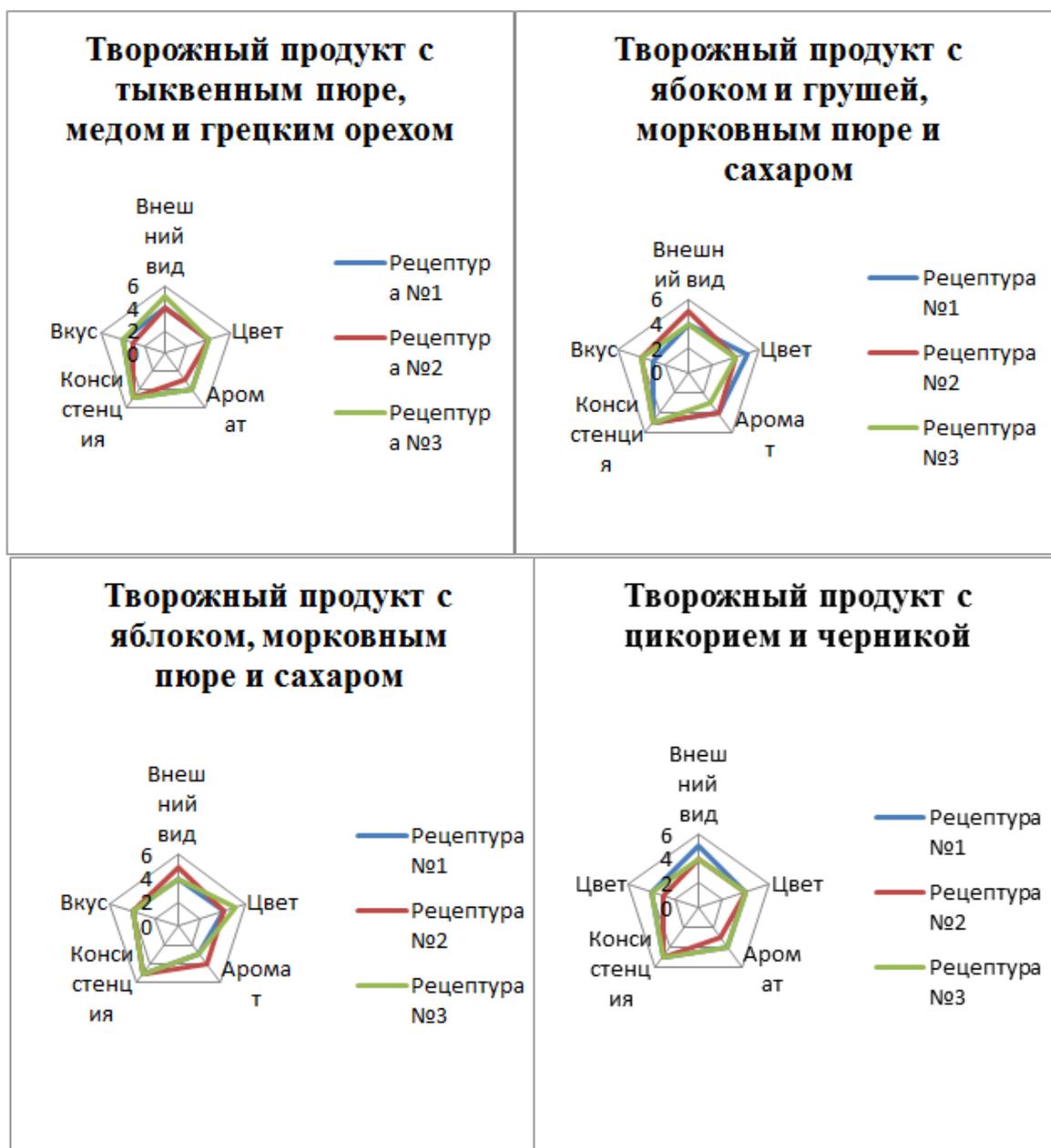


Рисунок 1 – Профилограммы органолептической оценки

Как видно, из представленных результатов (Табл. 3, Рис.1), творожный продукт с тыквенным пюре, медом и грецким орехом под №3, творожный продукт с яблоком и грушей, морковным пюре и сахаром под №2, творожный продукт с яблоком, морковным пюре и сахаром под №2, творожный продукт с цикорием и черничным сиропом под №1 имеют высокие органолептические показатели.

### Список литературы

1. Биологически активная добавка для питания женщин в период беременности из отечественного вторичного сельхозсырья /Т.В. Алексеева, Ю.О.

- Калгина, В.С. Евлакова, Л.А. Малакова – Текст : непосредственный // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – С. 10-19.
2. Коханова, Д.А. Применение препаратов фолиевой кислоты для предотвращения дефектов развития нервной трубки плода / Д.А. Коханова, Е.А. Дубова, А.Р. Кувакова. – Текст : непосредственный// Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2017. – С. 57-60
3. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. – Текст : непосредственный.
4. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" ТР ТС 033/2013. – Текст : непосредственный.

**УДК 664.951.65**

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАМИНАРИИ В РЕЦЕПТУРЕ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

*Кузьмина Гульназ Мударисовна, студент  
Давлетшина Гузель Адгамовна, науч. рук., к.х.н., доцент  
КНИТУ, г. Казань, Россия*

***Аннотация:** современная медицина выделяет целый ряд заболеваний человека в связи с недостаточным содержанием йода в его рационе питания. Йододефицитные заболевания представляют из себя одни из самых распространенных неинфекционных заболеваний человека. Проблема йодододефицита является актуальной во многих регионах России.*

*Одним из вариантов решения данной проблемы является введение в рацион морской капусты, в виде порошка в быстро замороженные рыбные полуфабрикаты (рыбные котлеты, биточки, фрикадельки и прочее), которая прежде всего, ценится за высокое содержание йода. Рыбные полуфабрикаты с добавлением порошка морской капусты являются новым целевым продуктом функционального назначения.*

***Ключевые слова:** йододефицитные заболевания, йод, ламинария, рыбный фарш, функциональное питание*

### *Актуальность*

Проблема дефицита йода широко распространена во многих странах мира и представляет серьезный интерес в поисках ее решения. Этот элемент является ключевым компонентом гормонов щитовидной железы, и его дефицит может привести к развитию таких заболеваний, как зоб (увеличение щитовидной железы), гипотиреоз (недостаточная функция щитовидной железы) и др. Недостаточное потребление йода во время беременности и в детском возрасте может повлиять на психофизическое развитие

детей, в виде умственной отсталости, нарушения роста и развития мозга. Дефицит йода может оказывать негативное влияние на репродуктивную систему как у мужчин, так и у женщин, что приводит к бесплодию, аномалиям развития плода и другим проблемам. Некоторые исследования связывают длительный дефицит йода с повышенным риском развития рака щитовидной железы. Для предотвращения проблем, связанных с недостатком йода, важно потреблять достаточное его количество с пищей или пищевыми добавками, особенно беременным женщинам, детям и людям, живущим в регионах с низким содержанием йода в почвах. Суточная потребность в йоде зависит от возраста и физиологического состояния организма. Оптимальный уровень потребления йода в день составляет: 90 мкг в возрасте 0-5 лет, 120 мкг в возрасте 6-12 лет, 150 мкг для подростков и взрослых и 200 мкг для беременных и кормящих женщин [1].

Наиболее распространенным методом решения проблемы йоддефицита является использование йодированной соли, которая содержит неорганический йод (йодид калия или йодат калия). Это общедоступное и недорогое средство профилактики йоддефицитных заболеваний, которое можно приобрести практически в любом магазине. Однако у этого продукта есть существенные недостатки. При хранении, транспортировке и приготовлении пищи с термической обработкой йод испаряется из соли. Также невозможно определить количество йодированной соли, потребляемой человеком. Физиологическая норма потребления соли в сутки для взрослого человека составляет 5 граммов (примерно одна чайная ложка). Именно такое количество соли необходимо организму для поддержания водно-минерального баланса, проведения нервных импульсов и работы мышц [2]. Чрезмерное употребление йодированной соли может привести к возникновению другого заболевания, связанного с переизбытком йода, - гипертиреоза. Это не менее вредно, поскольку наносит серьезный ущерб почкам и сердечно-сосудистой системе.

Одной из перспективных отраслей пищевой промышленности является производство продуктов с функциональными свойствами, способствующими укреплению здоровья и снижению риска различных заболеваний. В этом контексте важной задачей социально-экономического развития страны является обеспечение населения высококачественными продуктами, обладающими лечебными и питательными свойствами, а также поиск новых источников сырья. Создание функциональных продуктов с добавлением органического йода является одним из способов решения этой проблемы и способствует улучшению здоровья населения. Органический йод, содержащийся в морских продуктах, таких как морские водоросли, рыба и другие морепродукты, более легко усваивается и безопасен для организма человека. Добавление органического йода в функциональные продукты питания, такие как йодированные напитки, закуски, полуфабрикаты и другие пищевые продукты, позволяет обеспечить организм челове-

ка необходимым количеством этого важного микроэлемента. Такие продукты не только укрепляют здоровье человека, но и помогают предотвратить развитие йоддефицитных заболеваний. Ламинария, или морская капуста, является одним из самых питательных и полезных продуктов морской флоры. Ее уникальный состав делает ее ценным источником витаминов, минералов и других питательных веществ. Это богатый источник йода: ламинария содержит большое количество органического йода, который необходим для правильного функционирования щитовидной железы. То есть, употребление ламинарии помогает предотвратить йоддефицитные заболевания. Кроме того, ламинария содержит витамины В, С, D и Е, которые необходимы для поддержания здоровья кожи, волос и ногтей, а также для нормального функционирования иммунной системы. Минеральный состав ламинарии богат кальцием, магнием, железом, калием и марганцем, которые играют важную роль в поддержании здоровья костей, мышц, сердца и других органов. Водоросли содержат антиоксиданты, которые помогают защитить клетки организма от вредного воздействия свободных радикалов и предотвращают преждевременное старение, а волокна, содержащиеся в ламинарии, помогают улучшить пищеварение и облегчают усвоение питательных веществ. В целом, регулярное употребление ламинарии может принести большую пользу здоровью человека, укрепить иммунную систему, улучшить состояние кожи и волос, а также предотвратить развитие различных заболеваний. Сухая ламинария содержит 800-3500 мкг йода на 100 г порошка. Суточная норма потребления йода составляет 150-200 мкг. То для обеспечения суточных норм потребления йода достаточно 20 г сухой ламинарии [3, 4].

Использование рыбного сырья при производстве функциональных полуфабрикатов имеет ряд преимуществ. Рыба содержит высококачественный белок, который необходим для структуры клеток и энергообеспечения организма, Омега-3 жирные кислоты, содержащиеся в рыбе, благотворно влияют на сердечно-сосудистую систему и мозговую деятельность. Рыбные полуфабрикаты хорошо усваиваются организмом, что делает их отличным источником питательных веществ для людей всех возрастов. На основе рыбного сырья можно создавать разнообразные полуфабрикаты – от котлет и рулетов до мясного фарша и копченостей, что позволяет удовлетворить различные потребности потребителей. Они хорошо сохраняются и могут длительное время храниться в замороженном виде, что позволяет экономить ресурсы на производстве и логистике. Таким образом, рыбное сырье является ценным и полезным компонентом для производства полуфабрикатов, способствующим созданию высококачественных и питательных продуктов для потребителей. А рыбные полуфабрикаты с добавлением порошка морских водорослей - это новый целевой продукт функционального назначения.

Рыбный полуфабрикат с добавлением порошка ламинарии будет обладать уникальными потребительскими и функциональными свойствами, которые сделают его привлекательным для потребителей. Во-первых, это обогатит продукт полезными микроэлементами, такими как йод, железо, кальций и магний, которые благотворно влияют на здоровье человека. Во-вторых, порошок ламинарии придаст рыбному полуфабрикату из фарша неповторимый вкус и аромат моря, что делает его особенно аппетитным для любителей морепродуктов, будет способствовать улучшению текстуры продукта, делая его более сочным и нежным. В-четвертых, благодаря низкому содержанию жира и высокому содержанию белка рыбный полуфабрикат из фарша с добавлением порошка ламинарии будет диетическим и полезным продуктом для тех, кто следит за своим здоровьем и позволит разнообразить рацион.

В данной работе в качестве основного сырья для производства полуфабрикатов с функциональными свойствами охлажденный или замороженный судак. Мясо судака легко усваивается организмом благодаря своей нежной структуре и низкому содержанию жира, что делает его прекрасной альтернативой для детей, пожилых людей и людей с проблемами пищеварения. Он обладает нежным и слегка сладковатым вкусом, который приятно сочетается с различными специями и приправами, в том числе с ламинарией. Судак обитает в чистой проточной воде, поэтому его мясо не пахнет тинной, подходит для приготовления различных блюд (холодного заливного и фаршированных). Судак также широко используется для приготовления мясных фаршевых изделий (котлет, зраз, тефтелей, фрикаделек и т.д.). Пищевая ценность судака очень высока – содержание белка в нем превышает 18 % [5]. Мясо судака содержит все 20 аминокислот, 8 из которых являются незаменимыми, а кроме того, содержит множество необходимых человеку минералов (фосфор, калий, йод, молибден, марганец и другие). Поскольку судак – пресноводная рыба, содержание йода в нем значительно меньше, чем в морской рыбе. Таким образом, добавление порошка ламинарии приблизит этот полуфабрикат к морскому по содержанию йода.

Готовым продуктом являются рыбные котлеты, которые готовят из рыбного фарша с добавлением размоченного пшеничного хлеба, обжаренного лука, измельченного порошка водоросли ламинарии, перца, соли, сырых яиц и сливочного масла.

### Список литературы

1. Рекомендуется достижение оптимального уровня потребления йода населением. – Текст: электронный. – URL:<https://zdrav36.ru/novos-ti/2023-05-26-endokrinologi-vodkb-1-rasskazali-o-norme-yoda-dlya-organizma#:~:text=Рекомендуется%20достижение%20оптимального%20уровня%2>

- Опотребления,случаях%20способно%20ликвидировать%20йодный%20дефицит.
2. Физиологическая норма потребления соли в день для взрослого человека – Текст: электронный. – URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/activities/recommendations/details.php?ELEMENT\\_ID=18335](https://www.rospotrebnadzor.ru/activities/recommendations/details.php?ELEMENT_ID=18335).
  3. ГОСТ Р 52689-2006 Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода. – Введ. 2008-01-01. – Москва. Госстандарт России: Стандартинформ, 2007. – 14с. – Текст : непосредственный.
  4. Чинякина, И.В Исследование состава и свойств порошка ламинарии / И.В. Чинякина, М.А. Субботина. – Текст : непосредственный // Сборник трудов конференции. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 151-153.
  5. Просеков, А.Ю. Пищевые инновации в биотехнологии / А.Ю. Просеков. – Текст : непосредственный // Сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 2. Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018.
  6. Мясо судака – Текст: электронный. – URL:[https://ru.wiki-pedia.org/wiki/Обыкновенный\\_судак](https://ru.wiki-pedia.org/wiki/Обыкновенный_судак).

**УДК 664.92**

## **К ПРОБЛЕМЕ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА СПОСОБА КОПЧЕНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Мартышкин Артём Алексеевич, студент  
Калиничев Евгений Андреевич, науч. рук., к.с.-х.н., преподаватель  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

***Аннотация:** в статье приводится анализ способов копчения мясных продуктов с акцентом на пользу и вред каждого отдельно взятого способа.*

***Ключевые слова:** копчение, мясные продукты, посол, обработка, консервация.*

Копчение с древнейших времен считается надежным способом консервирования мясных продуктов. Под копчением мясных продуктов понимается процесс тепловой обработки мяса с помощью воздействия на него дыма, который получен путём нагревания древесных опилок или стружек. В ходе процесса копчения мясные продукты получают красно-коричневый цвет, выраженный специфический вкус и аромат, а также увеличивается

срок его хранения. Обычно процессу копчения подвергаются мясо и рыба [1-3].

Для производства копченых мясных продуктов используют в большинстве случаев жирную и полужирную свинину, говядину и баранину I категории, также птицу (целиком или части). По виду копчености различают на: сырокопченые, варено-копченые, копчено-запеченные, вареные, запеченные и жареные. Ассортимент копченых мясных продуктов широк и включает в себя окорока, рулеты, бекон, ветчину, грудинку, карбонат, буженину, корейку и т.д. Обычно копчение мясных продуктов происходит в термокамерах, коптильных установках и дымогенераторах непрерывного и периодического действия.

Технологическая схема производства копченых мясных продуктов выглядит следующим образом:

1. Приёмка сырья;
2. Подготовка сырья;
3. Подготовка к посолу и непосредственно сам посол;
4. Подготовка к копчению;
5. Копчение по выбранной технологии;
6. Стабилизация вкусовых и цветовых характеристик;
7. Упаковка;
8. Хранение.

В настоящее время в зависимости от того, при какой температуре выполняется процесс, различают горячее и холодное копчение.

Под горячим копчением подразумевают быструю высокотемпературную обработку мясного сырья дымом, разогретым до определенной температуры. Процесс копчения мяса происходит при температуре от + 85 °С и выше, а его длительность составляет несколько часов (2-3 часа) до момента полной готовности.

Сырьем при данной технологии копчения может выступать как сырые продукты, так и проваренные. Таким способом можно подвергать копчению мясо, при этом его можно разделить на куски, курицу целиком или частями, колбасы и др. мясные продукты. Горячий способ копчения предусматривает 2 этапа: подсушивание, которое происходит при температуре 80-90 °С в течение 30 минут, и непосредственно сам процесс копчения, протекающий при температуре 85-120 °С на протяжении остального времени.

Технологический процесс горячего копчения состоит из следующих этапов:

1. Посол мяса перед копчением мокрым или сухим способом;
2. Подготовка коптильной щепы и других ароматизаторов;
3. Контроль температуры и влажности в коптильной камере;
4. Выдержка мяса в коптильне;

Перед копчением мясо необходимо засолить на определенное время, при этом концентрация соли не должна превышать 1,8-2,0 %. Это происходит либо сухим, либо мокрым способами. Сухой посол подразумевает натирание мяса солью внутри и снаружи, и впоследствии укладку слоями в посуду, при этом каждый слой просыпается солью. А под мокрым посолом понимается укладка мяса в соляной раствор. Продолжительность засаливания при горячем копчении составляет около 2-3 часов.

Для придания продукту специфического аромата используют коптильную щепу, ветки фруктовых деревьев, травы, пряности и т.д. Древесина обязательно должна быть только лиственных и фруктовых деревьев, хвойные деревья не используют из-за содержания в них большого количества смол. Размер коптильной щепы может составлять 1-2 горсти щепы.

Для производства копченых продуктов с высокими органолептическими показателями необходимо поддерживать заданную температуру. Это достигается за счёт увеличения или уменьшения тления щепы, добавления влажных опилок, удаления лишней щепы.

Преимуществами горячего копчения являются:

1. Быстрое приготовление (2-3 часа);
2. Выраженный специфический вкус и аромат;
3. Использование меньшего количества щепы.

Недостатками горячего копчения мясных продуктов являются:

1. Короткий срок хранения;
2. Наличие в дыме канцерогенных и токсичных веществ;
3. Продукт такого типа копчения труднее переваривается, и тем самым способен вызвать проблемы с желудочно-кишечным трактом.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что способ горячего копчения имеет значительные преимущества и ряд недостатков, исходя из этого, данный способ является востребованным на предприятиях мясной промышленности.

Следующим видом копчения мясных продуктов является холодное. Холодное копчение – обработка мясного сырья дымом, температура которого достигает не больше 35 °С. Главным отличием холодного копчения от горячего является высокая временная продолжительность обработки. Она может продолжаться от суток до нескольких дней. В ходе холодного копчения мясные продукты приобретают нежный вкус, выраженный аромат «дымка», корочка окрашивается в темно-золотистый или коричневатый.

Мясным сырьем для холодного копчения в основном является свинина жирная и полужирная или же жирная баранина. При таком способе обработки не следует использовать сухое мясо, так как в процессе приготовления оно усохнет и получится жестким.

Особенностью холодного копчения является то, что мясное сырье подвергается воздействию остывшего дыма (25-35 °С). При таком способе обработки мяса должны регулироваться следующие показатели: влажность

в камере (40-70%), длительность копчения (24-72 часа), скорость движения дыма (1-10 м/с), концентрация соли в готовом продукте (4-12 %). При холодном копчении используют щепу лиственных и фруктовых деревьев: ольха, ясень, осина, дуб, бук, вишня, груша, яблоня и т.д.

Технология производства мясного продукта холодного копчения выглядит следующим образом:

1. Посол мяса сухим или мокрым способами;
2. Промывание мяса и подвешивание его для просушки;
3. Подготовка коптильной щепы;
4. Контроль влажности, температуры в камере;
5. Выдержка мяса в камере.

Холодное копчение происходит в коптильной камере, в которую через длинную трубу проникает дым, произведенный дымогенератором. В помещении, где проходит процесс, необходима хорошая вентиляция, так дым, который образуется, может содержать токсичные вещества, опасные для здоровья человека.

Преимуществами холодного копчения являются:

1. Сохранение полезных веществ;
2. Высокие сроки хранения;
3. Мясо характеризуется нежностью и мягкостью.

Недостатками данного вида копчения являются:

1. Высокая продолжительность копчения;
2. Необходимость в дымогенераторе;
3. Постоянное наблюдение за температурой

Процесс холодного копчения мясных продуктов также как и горячее, копчение имеет ряд свои преимуществ и недостатков.

Таким образом, можно сделать вывод, что горячее и холодное копчение имеют свои преимущества и недостатки. Горячее копчение характеризуется довольно быстрым процессом приготовления и выраженным вкусом и ароматом, а холодное копчение предполагает более нежный вкус и сохранение полезных веществ.

### **Список литературы**

1. Быченков, М.П. Перспективы использования современных технологий при производстве продуктов питания из мясного сырья / М.П. Быченков, Е.А. Калиничев. – Текст: непосредственный // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец (24 октября 2023 года). – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 111-113.

2. Калинин, Е.А. Анализ рынка стабилизаторов, используемых при производстве мясных продуктов / Е.А. Калинин, К.А. Мещеринов. – Текст: непосредственный // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары (15 ноября 2023 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 220-225.
3. Калинин, Е.А. Использование полифункциональных добавок в переработке мяса / Е.А. Калинин. – Текст: непосредственный // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары (15 ноября 2023 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 225-228.

**УДК 637.54**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СУБПРОДУКТОВ ПТИЦЫ ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

*Медведев Виталий Андреевич, студент-магистрант  
Семак Анна Эдуардовна, науч. рук., к.с.-х.н.  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** научная статья посвящается исследованию продуктов и субпродуктов птицеводства, реализуемых на городских рынках. Рассмотрены и описаны методики проведения ветеринарно-санитарной экспертизы в ГЛВСЭ. Приведены результаты исследований отобранных образцов, произведённых на фермерских хозяйствах.*

***Ключевые слова:** ветеринарно-санитарная экспертиза, продукты птицеводства, субпродукты птицы, методы экспертизы*

Птицеводство – одна из крупнейших отраслей по производству продуктов питания, основной продукцией птицеводства является производство яиц и мяса. Количество продуктов питания, производимое птицами, зависит не только от их вида и породы, но и от условий содержания и рациона питания птиц. Птицеводство является динамической отраслью в связи с быстрыми темпами роста предприятий и высокой продуктивностью. Помимо мяса и яиц, птицы дают нам пух, перья и удобрения, используемые в других отраслях.

В России выделяют четыре направления птицеводства, а именно:

1. Яичное – использует кур, в связи с достаточно низкими затратами на корм и высокими вкусовыми качествами.

2. Мясное – используют куриц (цыплят-бройлеров), гусей, уток и индеек.

3. Яично-мясное – наиболее распространенная отрасль, занимающаяся производством яиц и мяса птиц.

4. Племенное – занимается гибридами птиц, с целью выведения более выгодных, более яйценосных и мясных птиц.

На сегодняшний день птицеводство занимает одну из главных ролей в производстве продуктов питания, со времен середины XX века, птицеводство претерпело множество изменений, улучшились условия содержания и выведения птиц, появились более «выгодные» породы птиц. Было изобретено оборудование, позволяющее поддерживать предприятия с огромным количеством голов, позволяющее снабжать продуктами птицеводство всех нас [4].

Помимо высоких вкусовых качеств, куриные субпродукты полезны для организма, в связи с наличием витаминов и макро- и микроэлементов [7].

Как и в любой пищевой отрасли, в птицеводстве так же много рисков связанных с массой болезней, передающихся человеку при употреблении зараженного мяса в пищу. Список болезней достаточно обширен, в него входят такие заболевания как: сибирская язва, бруцеллез, болезнь Ньюкасла, сальмонеллез, орнитоз, птичий грипп и другие [1, 9, 10]. Все болезни находятся на жестком санитарном контроле, но при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы можно сказать о качестве производимого на том или ином предприятии мяса. Для проведения собственного исследования были отобраны три куриные тушки трех разных фермерских хозяйств, расположенных на территории Московской области для проведения органолептических, химических и микроскопических анализов. После отбора проб согласно ГОСТу Р 51944-2002 проводили органолептическую оценку. По результатам органолептической оценки делаем заключение о степени свежести мяса птицы. Мясо птицы, отнесенное к категории сомнительной свежести, подвергали химическим и микроскопическим исследованиям [2].

Исследования показали, что мясо птицы, реализуемое через супермаркеты, не всегда бывает безопасно по микробиологическим показателям. В мясе, реализуемом на рынках, имели место случаи выявления микроорганизмов рода *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* и бактерий группы кишечной палочки.

Проведение химического анализа происходит при помощи реактивов, подготовленных согласно ГОСТ 4517-2016 [3].

Методики проведения физико-химического анализа были взяты согласно ГОСТ 31470-2012 [4].

Для собственных исследований были взяты по три тушки от трех разных фермерских хозяйств. Каждая тушка во время проведения органолептической оценки была исследована по таким показателям, как: цвет по-

верхности и внешний вид тушки, подкожной и внутренней жировой ткани, серозной оболочки грудобрюшной полости; состояние мышц на разрезе; консистенция; запах; прозрачность и аромат бульона.

По итогам органолептической оценки были получены следующие результаты:

1. Все тушки, полученные от фермерского хозяйства №1, по всем своим показателям соответствовали параметрам мяса высокой свежести.

2. Пробы от фермерского хозяйства №2 неоднородна, так как у двух тушек имелись явные признаки ослизнения поверхности и жировых тканей, так же образцы имели слегка затхлый запах. Это может свидетельствовать о нарушении технологических условий на линии убоя, хранения и транспортировки данной продукции.

3. Образцы, отобранные от фермерского хозяйства №3 также имели разные органолептические показатели. Согласно ряду параметров, таких как: внешний вид, консистенция мышечной ткани и запах, одна из тушек подходила под определение мяса сомнительной свежести.

Результаты физико-химического анализа указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты химического анализа

Показатели	Фермерское хозяйство №1	Фермерское хозяйство №2	Фермерское хозяйство №3
Определение содержания летучих жирных кислот	4,11 мг КОН	4,9 мг КОН	4,7 мг КОН
Реакция на аммиак и соли аммония с реактивом Несслера	Вытяжка зеленовато-желтого цвета с сохранением прозрачности	Вытяжка интенсивно желтого цвета, выпадение легкого осадка через 10-20 минут после отстаивания	Вытяжка зеленовато-желтого цвета с сохранением прозрачности
Определение активности пероксидазы мышечной ткани мяса птицы	Вытяжка быстро приобретает синезеленый цвет, переходящий за 1-2 минуты в бурокоричневый	Вытяжка быстро приобретает синезеленый цвет, переходящий за 1-2 минуты в бурокоричневый	Появление синезеленого цвета с задержкой в 1-2 минуты
Определение кислотного числа жира	0,76 мг КОН	1,2 мг КОН	0,89 мг КОН
Перекисное число жира, процент йода	До 0,01	0,02	0,022
Микроскопия мазка отпечатка печени	Отсутствие патогенной микрофлоры и признаков распада мышечной ткани	В поле зрения присутствуют кокки в количестве не более 30	В поле зрения присутствуют кокки в количестве не более 30

По данным результатам, мы можем прийти к выводу, что в фермерском хозяйстве №1 соблюдаются все ветеринарно-санитарные требования, мясо из этого фермерского хозяйства можно отнести к мясу высокого уровня свежести.

Говоря о фермерском хозяйстве №2, оценивая полученные результаты, следует обратить внимание на показатели перекисного числа жира и содержание летучих жирных кислот, данные показатели превышают максимально допустимые значения, а качественные реакции на определение аммиака и активность пероксидазы являются характерными для мяса сомнительной свежести.

Исходя из результатов, полученных при исследованиях тушки с фермерского хозяйства №3, можно прийти к выводу, что показатели исследований превышают максимально допустимое значение, мясо можно отнести к мясу сомнительной свежести.

По результатам проведенных исследований продуктов убоя сельскохозяйственной птицы из трех различных фермерских хозяйств, следует, что тушки, полученные из хозяйства № 2 и хозяйства № 3 отличаются повышенным содержанием токсичных продуктов распада. Это может говорить о нарушении предубойного содержания, либо нарушении санитарных требований к таре при перевозке готовой продукции. Их можно отнести к категории сомнительной свежести.

Тушки их хозяйства №1 можно отнести к мясу высокого уровня свежести, что говорит о том, что в данном хозяйстве соблюдаются правила содержания, убоя и транспортировки.

*Заключение.* Наличие у мяса, поставляемого на рынок ветеринарного сопроводительного документа об отсутствии возбудителей опасных для людей болезней нельзя считать решающим фактором при определении безопасности продуктов и субпродуктов. Именно поэтому проведение ветеринарно-санитарной экспертизы на рынке остается актуальным и крайне важно проводить все исследования для определения безопасности продуктов. Исходя из всего этого для улучшения качества стоит расширить спектр проводимых исследований в условиях ГЛВСЭ рынка с целью повышения безопасности потребителя. Считаем необходимым включить в спектр проводимых в лаборатории анализов возможность микробиологических посевов и тесты на тяжелые металлы.

### **Список литературы**

1. Галиуллин, А.К. Сибирская язва сельскохозяйственных животных: монография / А.К. Галиуллин, Н.С. Садыков. – СПб.: Лань, 2019. – Текст : непосредственный.
2. ГОСТ Р 51944-2002. «Методы определения органолептических показателей, температуры и массы» – Введ. 2002-10-03. – Москва: Госстандарт, 2002. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ 4517-2016. «Межгосударственный стандарт реактивы. Методы приготовления вспомогательных реактивов и растворов, применяемых при анализе». – Введ. 2018-01-01. – Москва: ФГУП "ВНИИ СМТ", 2018. – Текст : непосредственный.
4. ГОСТ 31470-2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований. – Москва: Госстандарт, 2012. – Текст : непосредственный.
5. Достижения в современном птицеводстве: исследования и инновации / В.С. Буяров, И.В. Комоликова, А.В. Буяров, В.В. Меднова. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 2023. – № 11. – С. 32-36.
6. Моисеенко, Л.С. Болезни сельскохозяйственной птицы. Диагностика, лечение и профилактика / Л.С. Моисеенко. – Москва: Изд-во Феникс, 2016. – Текст : непосредственный.
7. Мотовилов О. К. Товароведение и экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность / О. К. Мотовилов [и др.]. – М.: Изд-во: Лань, 2016. – Текст : непосредственный.
8. Серегин, И.Г. Ветеринарно-санитарная экспертиза при переработке птицы: учебное пособие / И.Г. Серегин [и др.]. – Санкт-Петербург: Квадро, 2017. – 200 с. – Текст : непосредственный.
9. David, E. Swayne Diseases of Poultry, 2 Volume Set, 14th Edition / David E. Swayne, Martine Boulianne, Catherine M. Logue, Larry R. McDougald, Venugopal Nair, David L. Suarez // Wiley-Blackwell. – 2020. – Text: electronic.
10. Gilberd, M. Natural For Remedies Poultry Diseases (Natural Remedies For Animals Series)/ Mark Gilberd. – Text: electronic // CreateSpace Independent Publishing Platform. – 2013.

**УДК 637.071**

## **ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТВОРОЖНОГО ДЕСЕРТА В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**

*Ничипоренко Алина Аркадьевна, студент-бакалавр  
Боброва Анна Владиславовна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** представлены результаты исследования качественных показателей творожного десерта, обогащенного инулином, в процессе хранения.*

***Ключевые слова:** качественные показатели, творожный десерт, инулин, термизация, хранимоспособность*

Россияне традиционно потребляют большое количество молочных продуктов, и расширение спектра вкусовых пристрастий дает рынку

огромный потенциал для развития. Рынок молочных десертов специалисты считают одним из самых динамично развивающихся и маргинальных. За несколько последних лет он вырос более чем на 30 % [1]. Причиной этого стала не только высокая востребованность молочных десертов, но и постоянно расширяющийся ассортимент. На сегодняшний день творожные десерты являются одними из наиболее популярных продуктов на отечественном рынке [2]. Они очень питательны, имеют высокое содержание белков и хорошо усваиваются организмом человека.

Как правило, в состав творожных десертов входит творог, сливки или сливочное масло, а также сахарный песок и плодово-ягодные наполнители [3, 4].

При этом творог является скоропортящимся продуктом, поэтому при истечении срока годности он считается непригодным для пищи. Срок годности таких десертов составляет от 3 до 5 дней, что является проблемой при реализации в более дальние регионы.

Технологический процесс производства творожных изделий начинается с приёмки и подготовки сырья и включает следующие операции: подбор рецептуры, при необходимости пересчёт рецептуры, подготовка компонентов, приготовление смеси, охлаждение смеси, фасование, доохлаждение и хранение готового продукта [5].

Основными факторами, от которых зависит, сколько будет храниться продукт, является способ обработки, температура хранения, вносимые добавки, упаковка и жирность изделия. Для повышения срока годности творожного десерта используется термическая обработка используемого сырья.

Также известно, что создание условий недоступности воды для ферментов и микроорганизмов приводит к повышению хранимоспособности. Поэтому перспективно применять добавки, которые связывают свободную воду в продукте и делают ее недоступной для микроорганизмов [6].

Целью исследования явилось изучение качественных показателей термизированного творожного десерта, обогащенного инулином, в процессе хранения.

*Объекты и методы исследования.* Для проведения исследований качественных показателей использовали творожный десерт, содержащий в своем составе: творог обезжиренный, масло сливочное (массовая доля жира 82,5 %), сахар, гель инулина и ягодный наполнитель.

В разрабатываемую рецептуру творожного десерта вносили инулин в виде геля из расчета обеспечения в пищевых волокнах – 20 % от суточной нормы (5 г в 100 г продукта) [7].

После взвешивания и смешения компонентов смесь подвергали тепловой обработке при  $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин при постоянном вымешивании, затем охлаждали до  $20^{\circ}\text{C}$ .

Дрожжевые и плесневые организмы уничтожаются при термообработке при 60°C через 22 с, бактерии группы кишечных палочек и термофильные молочнокислые стрептококки – при 70°C. Для избежания нежелательных изменений белка температура пастеризации (термизации) не должна превышать 70°C [8]. Гель инулина, как стабилизатор, позволил сохранить нежную консистенцию продукта после тепловой обработки и предотвратил выделение сыворотки.

На следующем этапе асептически вносили ягодный наполнитель: натуральное пюре ягод черники, перемешивали, фасовали в герметично закупоренную тару и оставляли на хранение. Состав готового продукта представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав творожного десерта, обогащенного инулином

Массовая доля жира, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля белка, %
9,13	64,7	11,65

В разрабатываемой рецептуре творожного десерта влагосвязывающим компонентом служит инулин. Он относится к растворимым пищевым волокнам, проявляет свойства гидроколлоидов, набухающих в воде и образующих при растворении коллоидные системы. При полном растворении в воде пищевые волокна повышают вязкость жидкой системы. Одновременно с повышением вязкости уменьшается показатель текучести, характеризующий подвижность жидкости [9]. Обладая сладким вкусом, инулин заменяет часть сахара [7].

Учитывая вышеизложенное и термизацию готовой смеси, предполагаемый срок годности творожного десерта составил 14 суток при температуре (4±2) °С.

Основой санитарно-эпидемиологического обоснования сроков годности пищевых продуктов является проведение микробиологических, санитарно-химических исследований, оценки органолептических свойств образцов продукции в процессе хранения при температурах, предусмотренных нормативной и технической документацией.

Сроки исследования продуктов должны по продолжительности превышать предполагаемый срок годности, указанный в проекте нормативной или технической документации, на время, определяемое так называемым коэффициентом резерва.

Коэффициент резерва для продуктов со сроком годности до 30 суток составляет 1,3. Поэтому физико-химические и органолептические показатели были определены в день выработки (фон), на 5, 10, 15 и 18 сутки [10]. Изменение органолептических показателей в процессе хранения приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение органолептических показателей в процессе хранения

Показатели	Творожный десерт термизированный, обогащенный инулином				
	Фон	5 сутки	10 сутки	15 сутки	18 сутки
Вкус и запах	Хорошо выраженный вкус и аромат наполнителя, в меру сладкий, хорошая сочетаемость с кисломолочным вкусом. Без посторонних привкусов и запахов.				
Цвет	Равномерный, насыщенный цвет внесенного наполнителя				
Консистенция	Консистенция нежная, пластичная, кремообразная, однородная – с наличием кусочков наполнителя				Незначительное отделение сыворотки

В процессе хранения не было выявлено значительных изменений органолептических показателей творожного десерта. Продукт имеет хорошо выраженный вкус и аромат наполнителя, в меру сладкий вкус. Ухудшение вкуса и запаха в процессе хранения не наблюдалось. Отмечена хорошая сочетаемость кисломолочного вкуса с ягодным наполнителем. На пятнадцатые сутки наблюдалось незначительное отделение сыворотки в готовом продукте.

Исследование титруемой кислотности в процессе хранения показано на рисунке 1.

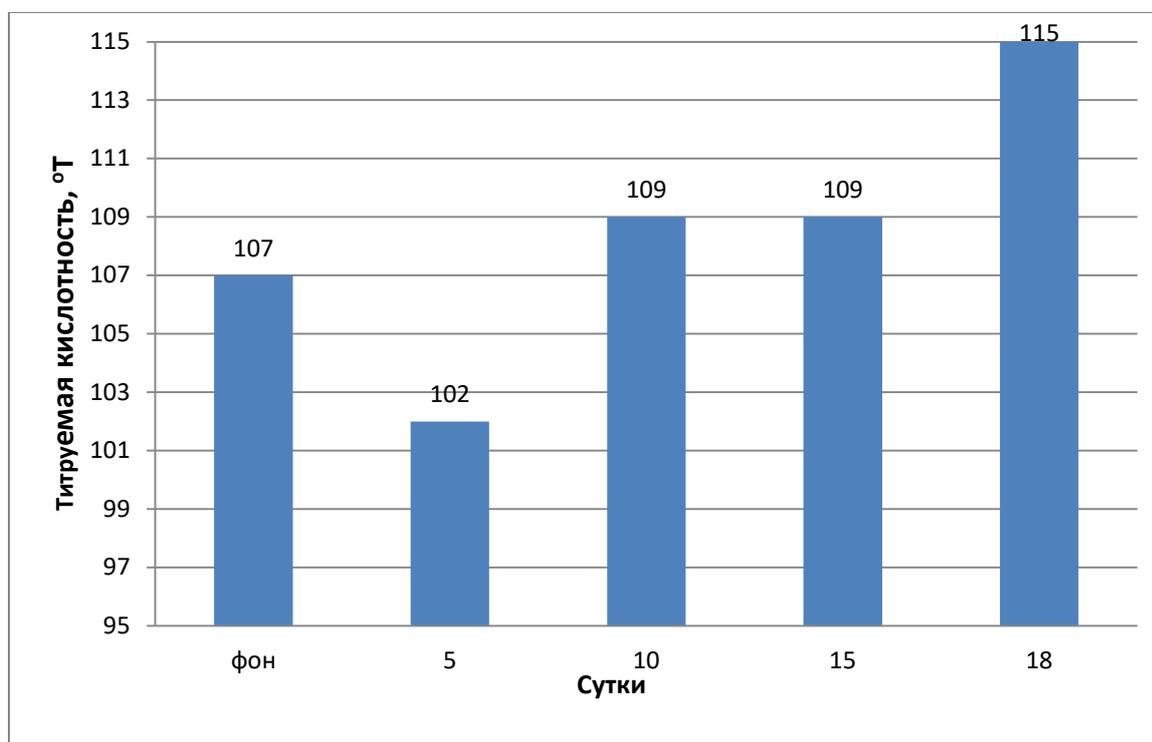


Рисунок 1 – Изменение титруемой кислотности в процессе хранения

Начальная титруемая кислотность готового продукта была сравнительно низкой и составила 107 °Т. Это связано с внесением инулина и сливочного масла при составлении смеси. В процессе хранения наблюдалось систематическое повышение титруемой кислотности, за 20 суток хранения кислотность повысилась на 8 °Т.

*Заключение.* В процессе хранения творожного десерта, обогащенного инулином, определены качественные показатели продукта: органолептические и титруемая кислотность. Тепловая обработка при температуре 65–70 °С позволила увеличить срок годности творожного десерта до 14 суток. Использование геля инулина позволило предотвратить выделение сыворотки и сохранить нежную однородную консистенцию после тепловой обработки.

### Список литературы

1. Рынок молочных десертов. – Текст: электронный. – URL:<http://www.marketing.ru>.
2. Дунченко, Н.И. Структурированные молочные продукты: монография / Н.И. Дунченко. – Москва Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. – 164 с. – Текст: непосредственный.
3. Голубева, Л.В. Изучение свойств творожного продукта с компонентами растительного происхождения / Л.В. Голубева, О.И. Долматова, В.Ф. Бандура. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – №2. – С.108-111.
4. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед.наук М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1987. – Кн. 2. – 360 с. – Текст: непосредственный.
5. Разработка технологии производства творожного десерта с имбирем и медом. –Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-proizvodstva-tvorozhnogo-deserta-simbiremi-medom/viewer>
6. Хранимоспособность обогащенных творожных продуктов. – Текст: электронный. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=oeuyvsy>
7. Ничипоренко, А.А. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии творожного десерта / А.А. Ничипоренко, А.В. Боброва. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – №4. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023. – С. 153-165.
8. Особенности технологии термизированных (пастеризованных) сквашенных молочных продуктов. – Текст: электронный. – URL: <https://www.milkbranch.ru/publ/view/10.html>
9. Обоснование и разработка технологии молочных десертов с использованием корня Лопуха Большого *ArctiumLappa*. – Текст: электронный. – URL:

[https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/60f/Диссертация\\_Масалова%20Н.В.-compressed.pdf](https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/60f/Диссертация_Масалова%20Н.В.-compressed.pdf) .

10. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с. – Текст: непосредственный.

**УДК 637.146.34:664.162.71**

## **ПОДБОР РЕЦЕПТУРЫ ДЛЯ ЙОГУРТА С ЧЕРНИЧНЫМ СИРОПОМ НА ФРУКТОЗЕ И ЦИКОРИЕМ**

*Поромонов Ян Сергеевич, студент-магистрант  
Неронова Елена Юрьевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в Вологодской ГМХА разработана рецептура нового кисломолочного продукта с черничным сиропом на фруктозе и цикорием. Проведен анализ органолептических показателей продукта путем сравнительного анализа.*

***Ключевые слова:** черника, цикорий, органолептическая оценка, сравнительный анализ, инсулин, усвояемость в желудочно-кишечном тракте*

Роль питания в жизни человека для обеспечения полноценного функционирования организма является определяющей. Безопасное и рациональное питание способствует правильному развитию и функционированию организма, что позволяет повысить продолжительность жизни и увеличить адаптационную способность на данном этапе развития человечества [3].

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА разработана рецептура кисломолочного йогурта, в состав которого сироп на фруктозе со вкусом черники и цикорий (жидкий).

Йогурт – это живой продукт, изготавливается с использованием заквасок на чистых культурах молочнокислых микроорганизмов (болгарской палочки и термофильного стрептококка), не содержит добавок и красителей. Обладает приятным вкусом и быстро утоляет голод.

Сироп на фруктозе выступает в качестве сахарозаменителя, является дополнительным источником витамина С и широкого спектра других макро-микроэлементов. Так как в сиропе используется природный сахар, обладающий низким гликемическим индексом и медленно усвояемый в желудочно-кишечном тракте, то оно подходит для людей с сахарным диабетом. В сиропе для придания вкуса используется черника, чьи плоды со-

держат сахара, лимонную и яблочную кислоты, витамины С, В, и В2, РР, провитамин А, пектиновые вещества. Удельная плотность клеточного сока ягод черники 1,04–1,06 г/см<sup>3</sup>, рН клеточного сока 1,2–1,5. Ягоды применяют как вяжущее средство при расстройстве желудочно-кишечного тракта, кроме того, их используют для обострения ночного зрения. [1]

В данной рецептуре цикорий используется в качестве инсулин-содержащего сырья. В корнях цикория содержится: инулин, горький гликозид интибин, сахара, смолы, холин. [2]

Благодаря органическим веществам, которые содержатся в растении использование его в рецептуре позволит повышать концентрацию гормона адипонектина, снижающего уровень сахара в крови.

Подбор рецептуры происходил в несколько этапов. Для определения наиболее подходящей рецептуры по вкусовым характеристикам в фокус-группе учувствовало 40 человек.

На начальном этапе определялась оптимальное отношения количества сиропа к количеству цикория. В данном случае использовался сироп со вкусом черники (таблица 1)

Таблица 1 – Определение оптимального отношения сиропа к цикорию

№ образца	Молочная основа, гр	Сироп, гр	Цикорий, гр	Органолептическая оценка
1	60	6	2	Кисломолочный вкус со слабо выраженными вкусовыми характеристика черники и средне проявляющимся послевкусием горечи от цикория
2	60	8	3	Кисломолочный вкус со средне выраженными вкусовыми характеристика черники и сильно проявляющимся послевкусием горечи от цикория
3	60	9	2,5	Кисломолочный вкус с оптимальным проявление сладости и средним проявлением горчи от цикория
4	60	10	3	Кисломолочный вкус с сильно выраженной сладостью и слабовыраженным послевкусием цикория

По результатам обработки ответов опытной группы образец № 3 является наиболее удачным, как по количеству сладости и цикория. В образце №1 была нехватка как сиропа, так и цикория, от чего вкус был непонятен. Образец №4 наоборот, оказался очень сладким на вкус.

Определив оптимальное соотношение, было принято решение провести сравнительный анализ, но с другими вкусами: малина и брусника. Так же ввести систему оценки для более наглядно распределения предпочтений в фокус-группе. (таблица 2)

Таблица 2 – Рецептуры идельных образцов

№ образца	Молочная основа гр	Сироп, гр	Цикорий, гр	Органолептическая оценка	Количество баллов
1. Йогурт с черникой	60	9	2,5	Кисломолочный вкус с приятной сладостью и средней горечью	23
2. Йогурт с брусникой	60	9	2,5	Кисломолочный вкус с привкусом брусники, отдает горечью	8
3. Йогурт с малиной	60	9	2,5	Кисломолочный вкус со сладким привкусом малины и послевкусием горечи от цикория	9

В ходе обработки отзывов от опытной группы самым оптимальным по вкусовым и органолептическим характеристикам был образец №1 (таблица 3). Так же были построены профилограммы по данным оценок фокусной группы (рис. 1).

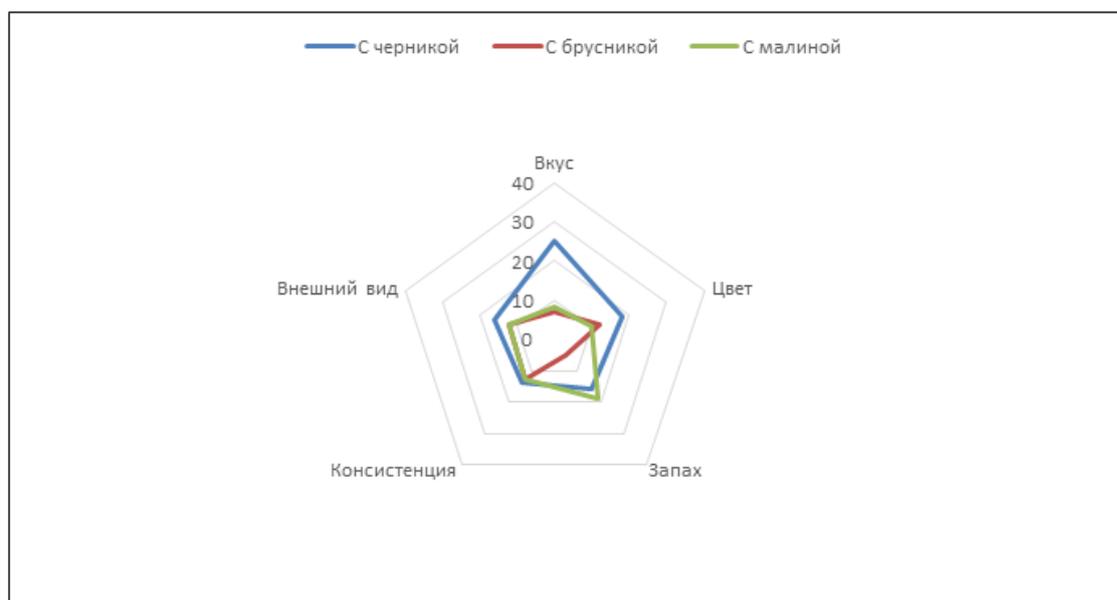


Рисунок 1 – Профилограмма органолептической оценки (количество человек, отдавших предпочтение образцу)

Таблица 3 – Результаты органолептической оценки модельных образцов (количество человек, отдавших предпочтение образцу)

№ образца	Вкус	Цвет	Запах	Консистенция	Внешний вид	Органолептическая оценка
1. Йогурт с черникой	25	18	16	14	16	Вкус: свойственный, легкое послевкусие цикория; цвет: молочно-сиреневый; запах: свойственный с тонами цикория; консистенция: однородная
2. Йогурт с брус-брус-никой	7	12	5	13	12	Вкус: свойственный, обладает выраженной горечью; цвет: молочно-розовый, запах: свойственный с тонами цикория, консистенция: однородная
3. Йогурт с малиной	8	10	19	13	12	Вкус: свойственный, горечь средневыраженная; цвет: молочно-розовый; запах: свойственный с тонами цикория; консистенция: однородная;

Как видно, из представленных результатов (табл. 3, рис. 1), образец под №1 имеет высокие органолептические показатели и этот же образец был выбран для дальнейшего исследования.

### Список литературы

1. Грязькин, А.В. Заготовка и переработка побочной продукции леса: учебное пособие для СПО / А.В. Грязькин. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 192 с. – Текст : непосредственный.
2. Пищевая химия (макро-, микронутриенты. Роль в питании): учебное пособие / Е.В. Алексеенко, С.Н. Бутова, Г.Н. Дубцова [и др.]; под редакцией А.П. Нечаева. – Москва: МГУПП, 2022. – 124 с. – Текст : непосредственный.
3. Целебные свойства дикорастущих растений: учебное пособие для вузов / В.Н. Наумкин, А.Г. Демидова, Л.А. Манохина [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 452 с. – Текст : непосредственный.

УДК 577.152.34:594.1

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ ИЗ МЯГКИХ ТКАНЕЙ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ

*Сафиуллина Зульфия Zufаровна, студент-магистрант  
Крякунова Елена Вячеславовна, науч. рук, доцент  
КНИТУ, г. Казань. Республика Татарстан, Россия*

**Аннотация:** в работе рассматривается возможность получения концентрированных биологически активных веществ путем ферментативного гидролиза мягких тканей спизулы сахалинской в присутствии молочной сыворотки. Полученный продукт планируется применять для лечебно-профилактического питания.

**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, спизула, ферментативный гидролиз, протеолиз, биологически активные вещества

Двустворчатые моллюски р. Спизула (*Spisula sachalinensis*) относятся к важным промысловым объектам, обладающим высокой биологической и пищевой ценностью. Мягкие ткани спизулы сахалинской богаты аминокислотами, витаминами (А, Е, D, К, В1, В2, В6, В12, РР, С и пр.), макро- и микроэлементами (йод, фтор, цинк и селен), омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами, таурином и др. биологически активными веществами, обладающими иммуностимулирующим и общетонизирующим действием, что предупреждает развитие многих патологических состояний [1, 2].

На сегодняшний день перед рыбообрабатывающей отраслью стоит острая проблема нехватки современных технологий, обеспечивающих комплексную переработку рыбного и нерыбного сырья. Используемые в настоящее время традиционные способы переработки гидробионтов трудоемки и не предусматривают переработку многих отходов производства. Например, при переработке двустворчатых моллюсков из мягких тканей используется только нога, а раковина используется для получения минеральной кормовой добавки для животных. Поэтому разработка технологий переработки неиспользуемых мягких тканей двустворчатых моллюсков с получением продукта пищевой направленности является актуальной задачей.

Цель работы – определить возможность получения биологически активных веществ пищевой направленности путем ферментативного гидролиза мягких тканей спизулы сахалинской.

Соотношение различных частей тела спизулы сахалинской представлено на рис. 1. Установлено, что масса мягких тканей спизулы составляет около 27,0, % от общей массы тела моллюска, а полостной жидкости (гемолимфы) – достигает 20,0%.

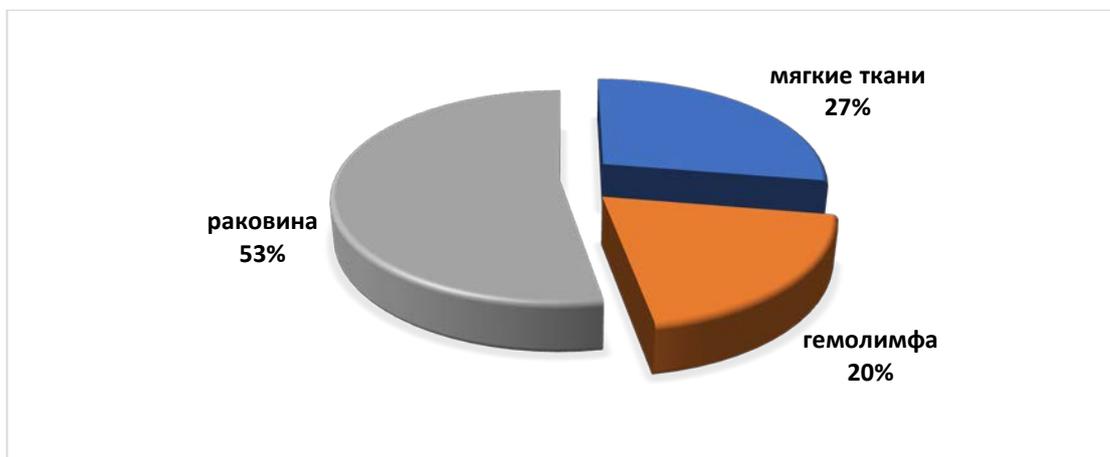


Рисунок 1 – Размерно-массовые характеристики спизулы сахалинской

Повышение биодоступности белков моллюсков и свободных аминокислот в продуктах их переработки определяет направленность технологий их переработки методом ферментативного гидролиза.

Ферментативный гидролиз мягких тканей спизулы сахалинской проводили под действием бактериальной эндопротеазы Protamex. Условия протеолиза: температура 38,0 °С, рН 8,0, продолжительность – 180 мин. Инактивация фермента проводилась нагреванием при температуре 80,0 °С в течение 20 мин. О степени гидролиза белков судили по накоплению аминного азота.

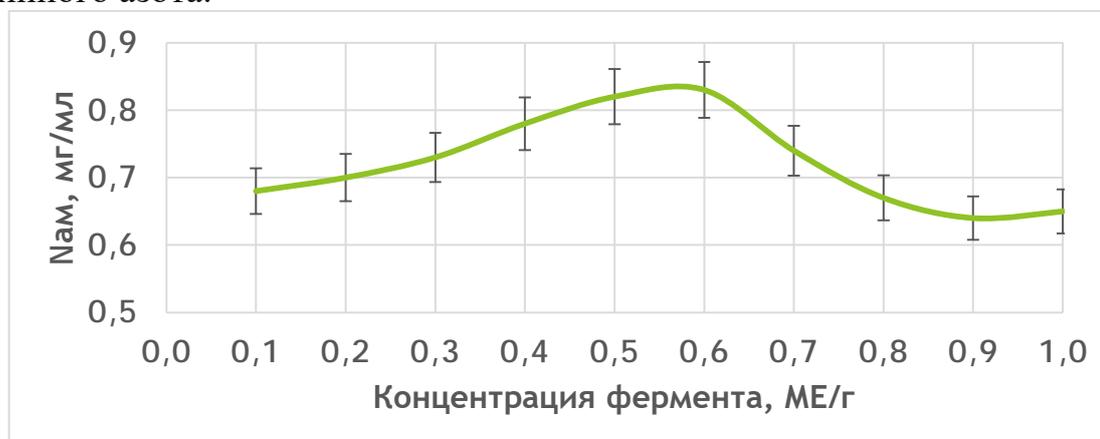


Рисунок 2 – Зависимость содержания аминного азота в ферментолизатах мягких тканей спизулы от концентрации протеолитического препарата Protamex

Установлено, что протеолиз мягких тканей спизулы протекает наиболее полно при использовании 0,5-0,6 МЕ фермента Protamex на 1 г мягких тканей моллюска.

Одним из общепринятых способов обогащения продукта белком является внесение молочной сыворотки. Поэтому проводилось определение влияния добавления молочной сыворотки к мягким тканям спизулы на эффективность их гидролиза ферментным препаратом протеолитического

действия Protamex. Эффективность протеолиза оценивалась по количеству образуемого аминного азота. Протеолиз мягких тканях спизулы в присутствии молочной сыворотки проводился при равном соотношении компонентов. Установлено, что в присутствии молочной сыворотки протеолиз мягких тканей спизулы протекал эффективнее в среднем на треть.

Полученный гидролизат мягких тканей спизулы фильтровали с декантированием верхней части. Сушку гидролизата осуществляли в конвекционной сушилке при температуре 60-80 °С до конечной влажности 8,0-10,0 %. Продукт представлял собой порошок сероватого цвета со слабо выраженным характерным запахом.

Полученный гидролизат является самостоятельным продуктом и хорошей основой для получения белковых приправ, бульонов, соусов, первых и вторых блюд. Отсутствие ярко выраженного специфического вкуса и запаха позволит включать гидролизат в рецептуры вышеуказанных продуктов для повышения их питательной ценности и обогащения уникальными компонентами. Такие продукты будут полезны людям, занимающимся спортом, тяжелым физическим трудом, детям, а также людям, перенесшим тяжелое длительное заболевание.

### Список литературы

1. Воробьев, В.В. Инновационные технологии производства пищевой продукции из двустворчатых моллюсков / В.В. Воробьев, Д.Ю. Проскура. – Москва: ВНИРО, 2008. – С. 322-323. – Текст: непосредственный.
2. Воробьев, В.В. Использование двустворчатых моллюсков для производства биологически ценных продуктов питания / В.В. Воробьев, Д.Ю. Проскура. – Текст: непосредственный // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Москва: МГУПП, 2008.

**УДК 668**

### **МЕТОД АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИЕРАРХИИ ПРИ ВЫБОРЕ ИНФРАКРАСНОГО ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА**

*Севастьянов Иван Сергеевич, студент-бакалавр  
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: инфракрасный анализатор для производственного лабораторного контроля в пищевой промышленности является затратным проектом долгосрочного инвестирования, с перспективой продолжительного, часто с последующим расширением функционала, использования. Кроме того, существенное значение имеет стоимость анализатора, его*

*производительность, надёжность и возможность планового и текущего ремонта, сложность подготовки проб и многие другие факторы. Для выбора ИК-анализатора с целью исследования мясного сырья и продукции на стадии планирования приобретения в настоящем исследовании предложен и опробован метод аналитической иерархии.*

**Ключевые слова:** ИК-анализатор, лабораторный контроль, мясоперерабатывающая промышленность

Для фиксирования условий заданных технологических процессов ведущую роль играют требования безопасности и качества. Требования безопасности в мясоперерабатывающей отрасли представлены прежде всего в ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции и ТР ТС 034/2013 О безопасности мяса и мясной продукции [1, 2], ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки, а также требования СанПиН № 1400/1751 (мясо, птица, яйца, продукты их переработки) [3, 4].

К показателям безопасности относят паразитологические, микробиологические, радиационные, токсикологические, включая содержание тяжёлых металлов и пестицидов. Эти показатели не определяются ИК-анализаторами.

При планировании показателей качества, которые будут определяться инфракрасным лабораторным анализатором существенное значение имеет номенклатура пищевого сырья и выпускаемой продукции, например, по ГОСТ Р 52428-2005 «Классификация продукции мясной промышленности» [5] в зависимости от количества мяса и мышечной ткани, присутствующих в их составе группы мясных колбасных изделий в зависимости от массовой доли мышечной ткани в них: категория А – свыше 80 %; категория Б – свыше 60 % и до 80 % включительно; категория В – свыше 40 % и до 60 % включительно; категория Г – свыше 20 % и до 40 % включительно; категория Д – 20 % и менее.

Кроме того, при маркировке продукта в соответствии с ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки на потребительской упаковке на этикетке обязательны показатели содержания сухих веществ или влаги, белка, жира, углеводов. В продуктах категорий А и Б могут дополнительно указываться максимально допустимое содержание коллагена и соли.

Сущность работы ИК-анализатора заключается в регистрации спектра анализируемой пробы в ближней инфракрасной области и расчете параметров матрицы с помощью градуировочных моделей, разработанных на основе репрезентативной выборки соответствующих продуктов.

Предположим, что при большом объёме производства мясных продуктов широкого ассортимента ряда, при большом количестве партий в течение суток для ИК-оборудования средней ценовой категории среди че-

тырёх наиболее важных критериев (рис. 1), определяющих выбор ИК-анализатора выбраны:

- 1) Суммарный показатель, оценивающий первоначальную стоимость анализатора, оборотные средства, необходимые для его эксплуатации, в том числе расходные материалы для пробоподготовки и надёжность.
- 2) Полнота определяемых показателей, необходимых для выпуска мясных колбасных изделий разных категорий.
- 3) Производительность оборудования и достаточность точности исследования.
- 4) Возможность гарантированного и сервисного обслуживания.

Далее, используя комбинирование метода аналитической иерархии [6], выбираются 3-5 альтернативных варианта, в целом подходящих для осуществления поставленной цели, собирается информация по отобранным ИК-анализаторам (табл. 1) и методом экспертной оценки выводятся её средние значения (рис. 2)



Рисунок 1 – Иерархическая схемы выбора оборудования

Однако не все бальные оценки во всех случаях могут иметь одинаковый приоритетный «вес», например, при включении показателей качества в Карту метрологического обеспечения Технических условий приоритетными могут быть надежность и точность; для некоторых предприятий наиболее важной является производительность; при ограниченных финансовых возможностях наиболее важными являются стоимостные показатели и т. п. В этом случае проводят дополнительный пересчет экспертных оценок с учетом приоритета (значимости).

Предположим, в нашем примере, дополнительный функционал и сравнительно большее количество одновременно возможных настроек будет иметь вес, равный трём, при весе других критериев, равных единице.

Таблица 1 – Данные для анализа методом аналитической иерархии ИК-анализаторов

Наименование, страна-производитель, стоимость	Определяемые показатели, продукция	Производительность, время исследования одного образца на все контролируемые показатели, достаточность точности метода	Возможность гарантийного и сервисного обслуживания
<p><b>Вариант 1</b> ИК-Анализатор Foodcheck, Германия  3,1 млн. руб</p>	<p>Жир, Белок, Влага. Дополнительный функционал: Коллаген, Соль в сырье, полуфабрикатах готовой продукции, калибровка на 10 видов</p>	 <p>50 сек, точность достаточна</p>	<p>Гарантийное обслуживание в течение 2 лет</p>
<b>3,0 балла</b>	<b>5,2 балла</b>	<b>3,0 балла</b>	<b>1,8 балла</b>
<p><b>Вариант 2</b> ИК-анализатор мяса и мясопродуктов FoodScan, Дания  6,4 млн. руб</p>	<p>Жир. Дополнительный функционал: Белок, Влага, Коллаген, Соль, калибровка на 7 видов продукции</p>	 <p>40 сек, точность достаточна</p>	<p>Гарантийное обслуживание в течение 3 лет</p>
<b>2,0 балла</b>	<b>4,0 балла</b>	<b>4,7 баллов</b>	<b>2,5 баллов</b>
<p><b>Вариант 3</b> Инфракрасный анализатор "Сиб-СКАН", Россия  1,5 млн. руб</p>	<p>Жир, Белок, Влага.</p>	 <p>2-3 мин, точность достаточна</p>	<p>Гарантийное обслуживание в течение 3 лет, доступность качественного сервисного обслуживания</p>
<b>5,0 баллов</b>	<b>3,2 балла</b>	<b>1,5 баллов</b>	<b>5,5 баллов</b>

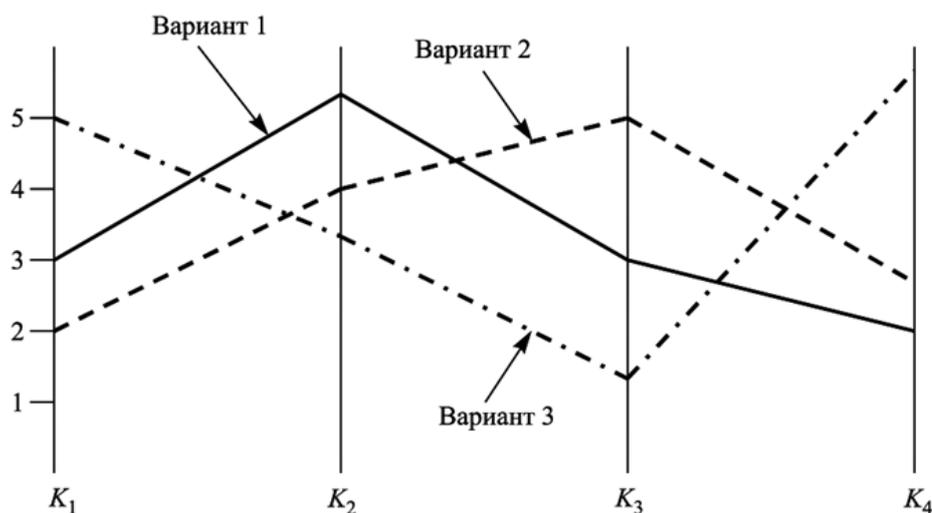


Рисунок 2 – Балльная оценка выбора оборудования

Использование выбранных коэффициентов важности и определение показателя качества соответствующей альтернативы осуществляется по формуле:

$$V_j = \sum_{i=1}^N w_i V_{ij} \quad , \quad (1)$$

где

- $V_j$       показатель качества  $j$ -й альтернативы;
- $w_i$       вес  $i$ -го критерия;
- $V_{ij}$       коэффициент важности  $j$ -й альтернативы по  $i$ -му критерию

Тогда, производя по формуле (1) расчёт показателей качества получаем для:

- варианта 1 – 23,4;
- варианта 2 – 21,2;
- варианта 3 – 21,6.

Таким образом, с учетом принятых к анализу данных и выбора веса критериев вариант ИК-Анализатор Foodcheck имеет некоторые преимущества.

Следует отметить, что приведённый анализ выполнен в теоретическом аспекте, данные для анализа методом аналитической иерархии по ИК-анализаторам варьируют на сайтах продавцов, кроме того, как было сказано, могут существенно меняться приоритеты значимости, а также сами критерии выбора.

Произведенный автором анализ инфракрасного лабораторного оборудования для мясоперерабатывающей промышленности в будущем, с появлением дополнительных настроек градуировок будет иметь ещё большее практическое значение, в частности разработан метод диагностики видов хрящевой ткани на основе многомерного анализа ИК-спектров [6].

### Список литературы

1. ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 25 ноября 2022 года). – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>
2. ТР ТС 034/2013 О безопасности мяса и мясной продукции. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050564>
3. ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347>
4. СанПиН № 1400/1751 (мясо, птица, яйца, продукты их переработки) Инструкция по порядку и периодичности контроля за содержанием микробиологических и химических загрязнителей в мясе, птице, яйцах и продуктах их переработки № 1400/1751 от 22 июня 2000 г. – Текст: электронный. – URL: <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/145-sanpiny/instruksiya-po-poryadku-i-periodichnosti-kontrolya-za-soderzhaniem-mikrobiologicheskikh-i-khimicheskikh-zagryaznitelej-v-myase-ptitse-yajtsakh-i-produktakh-ikh-pererabotki>
5. Зацаринный, А.А. Методика выбора технических средств для построения телекоммуникационных сетей / А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. – Текст : непосредственный // Системы и средства информации, 2009, дополнительный выпуск. – С. 4-14.
6. Игнатьева, Н.Ю. Экспресс-анализ хрящевых тканей с использованием многомерного анализа ИК-спектров / Н.Ю. Игнатьева, О.Л. Захаркина, А.П. Свиридов. – Текст: непосредственный // Современные технологии в медицине, 2022. – №6. – С. 25-33.

УДК 637.352

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ЗАМОРОЖЕННОГО ДЕСЕРТА НА ОСНОВЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

*Сковородина Анастасия Сергеевна, студент-магистрант  
Габриелян Дина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* показано производство замороженного десерта на основе творожной сыворотки, обогащенного пищевыми волокнами. Пред-

ложено в качестве вкусового ингредиента, использование клубничного пюре, протертого с сахаром.

**Ключевые слова:** творожная сыворотка, псиллиум, пищевые волокна, клубника, протертая с сахаром

Для современного человека качество пищевых продуктов становится все более актуальной проблемой. Постоянная необходимость приобретения разнообразных товаров, изобилие которых предлагает рынок, делает задачу выбора качественной продукции непростой. В условиях насыщенности рынка разнообразной продукцией потребитель не всегда может быть уверен в безопасности и высоком качестве продуктов, что важно для сохранения здоровья.

Функциональный пищевой продукт представляет собой продукцию, специально разработанную для регулярного употребления в рационах всех возрастных групп здорового населения. Его основное назначение заключается в снижении риска возникновения заболеваний, связанных с питанием, и в поддержании или улучшении общего состояния здоровья благодаря наличию в составе особых функциональных пищевых компонентов [1].

В последнее время на современном рынке повышенным спросом пользуются оригинальные десерты, в том числе замороженные, свойства которых формируются в зависимости от качества и вида используемого сырья. Данные виды продуктов всегда пользуются спросом у потребителей, в силу своих вкусовых характеристик. Так же они представляют интерес и у производителей, поскольку являются маржинальными продуктами [2].

Проблема переработки сыворотки очень актуальна. Увеличение объемов производства творога, сыра, а также других молочных продуктов, приводит к значительному увеличению объема сыворотки, ведущей к снижению эффективности производства и загрязнению окружающей среды. Сыворотка богата витаминами, минералами, лактозой (до 5,1%), белками (до 1,6%) и молочнокислыми бактериями. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав разнообразной сыворотки [3]

Показатели	Сыворотка		
	Подсырная	Творожная	Казеиновая
Сухое вещество, %, в том числе:	4,5-7,2	4,2-7,4	4,5-7,5
Молочный жир	0,05-0,5	0,05-0,4	0,02-0,1
Белок	0,5-1,1	0,5-1,6	0,5-1,5
Лактоза	3,9-4,9	3,2-5,1	3,5-5,2
Минеральные соли	0,3-0,8	0,5-0,8	0,3-0,9
Кислотность, °Т	15-25	50-85	50-120
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1018-1027	1019-1026	1020-1025

Низкомолекулярная структура белка способствует его быстрому усвоению, играя важную роль в процессах роста и регенерации клеток. Сыворотка представляет собой источник натуральных белков, не добавляющих калорий и пригодных для употребления без ограничений. Калорийность сыворотки - всего 20 ккал на 100 мл [4].

Поэтому применение молочной сыворотки в изготовлении мороженого оправдано по следующим причинам:

- возможность увеличения питательной ценности мороженого благодаря содержанию органических кислот, минералов и витаминов;
- перспектива расширения линейки молочных продуктов;
- доступность сырья для производства пищевых продуктов;
- решение экологической проблемы загрязнения окружающей среды.

Среди проблем, связанных с питанием, является нехватка в рационах пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Представляет интерес использования в качестве источника пищевых волокон - псиллиума. Псиллиум (psyllium) – это шелуха или оболочка семян подорожника *Plantago ovata*, содержащая более 80 % натуральной клетчатки, преимущественно растворимой. На рынке псиллиум представлен несколькими формами выпуска: порошком, цельной шелухой, капсулы. Псиллиум состоит в основном из углеводов (>90%) и, кроме того, содержит небольшое количество растительных белков (3–4%), минеральных и иных компонентов (3–4%). На 85% псиллиум состоит из растворимых пищевых волокон, таких как камеди (гумми), слизи, часть гемицеллюлозы [5, 6].

Использование препаратов псиллиума рекомендуется в качестве дополнительных пищевых добавок для снижения уровня холестерина согласно плану национальной образовательной программы США и рекомендациям Европейского общества кардиологов. Исследования показывают, что псиллиум обладает способностью удерживать липиды и желчные кислоты, улучшает функцию кишечника и оказывает значительное влияние на обмен веществ в организме. Препарат характеризуется высокой переносимостью и безопасностью при длительном использовании [5]. Применение этого ингредиента поможет расширить ассортимент продуктов путем создания новой линейки.

Важным компонентом всех видов мороженого являются стабилизаторы, они удерживают свободную влагу и повышают вязкость смесей, тем самым способствуя формированию структуры мороженого, улучшая его консистенцию и повышая устойчивость к таянию. Применение в качестве стабилизатора псиллиума, который способен связывать влагу, позволит обогатить продукт пищевыми волокнами, тем самым расширить линейку функциональных продуктов [6].

Другим компонентом, дополняющим замороженный десерт, планируется использование клубничного пюре, протертого с сахаром. Аромат-

ная и сладкая клубника занимает первую строчку в российском ягодном рейтинге. По Вологодской области на ее долю приходится более 60% областного валового сбора ягод. Клубника – источник целого ряда полезных веществ, необходимых для поддержания здоровья. В этой ягоде содержится обильное количество йода, который играет важную роль в нормализации работы щитовидной железы [7]. Кроме того, количество фолиевой кислоты в клубнике превышает те, которые можно найти в других ягодах, таких как малина и виноград. Но это не все, каждая маленькая ягодка богата различными витаминами – А, В2, В5, В6, В9, С, Е и К, а также бета-каротином, ниацином, кальцием, железом, натрием, марганцем, фосфором, серой, цинком, селеном и медью. Кроме всего этого, клубника содержит клетчатку, сахарозу и фруктозу, которые имеют благотворное воздействие на пищеварительную систему и придают дополнительную энергию.

Таблица 2 – Содержание йода в ягодах [8]

Название препарата	Содержание, мкг				
	Клубника	Виноград	Малина	Черника	Клюква
Йод	От 13 до 20	от 8 до 10	от 0,3 до 0,45	от 10 до 30	от 220 до 350

Подводя итог всему вышесказанному, мы пришли к выводу, что в России необходимо перерабатывать творожную сыворотку, так как она загрязняет окружающую среду. Использование растительных наполнителей при производстве популярного замороженного десертного продукта на основе творожной сыворотки, обладающего высокой пищевой и биологической ценностью, позволит расширить линейку молочных десертов и решить экологическую проблему.

### Список литературы

1. Функциональные продукты в структуре современного питания / НИК-БЕРГИ.И., д.м.н., профессор Сидней, Австралия. – Текст: электронный – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-produkty-v-strukture-sovremennogo-pitaniya>
2. Габриелян, Д.С. Желированные десертные продукты с использованием фракционных компонентов творожной сыворотки / Д.С. Габриелян, В.А. Грунская – Текст: электронный // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 2(38). – С. 156-168.
3. Пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки/ Семенова А.А. – Текст: электронный – URL: <https://apni.ru/article/5312-pishchevaya-i-biologicheskaya-tsennost-moloch>
4. Молочная сыворотка: виды, польза и применение. – Текст: электронный – URL: <https://roniks.info/molochnaya-syvorotka-vidy-polza-i-primeniye#:~:text=В%20составе%20сыворотки%20входит%2090%25,пользу%20организму%20при%20регулярном%20употреблении>

5. Плотникова, Е.Ю. Роль пищевых волокон в коррекции пищеварения и запоров различной этиологии / Е.Ю. Плотникова, Т.Ю. Грачева, М.Н. Синькова, Л.К. Исаков. – Текст: электронный // Медицинский совет. – 2019. – 14. – С. 99-106.
6. Габриелян, Д.С. Использование псиллиума для загущения творожной сыворотки / Д.С. Габриелян, А.Л. Новокшанова. – Текст: электронный // Ползуновский вестник. – 2023. – № 4. – С. 37-44.
7. О пользе клубники / Роспотребнадзор. – Текст: электронный – URL: [https://05.rospotrebnadzor.ru/news/-/asset\\_publisher/w7Ci/content/o-пользе-клубники](https://05.rospotrebnadzor.ru/news/-/asset_publisher/w7Ci/content/o-пользе-клубники)
8. Нам его не хватает: факты о йоде и список самых йодсодержащих продуктов / Мария Бобова. – Текст: электронный – URL: <https://mag.103.by/novosti-kompanii/44613-nam-jego-ne-khvatajet-fakty-o-jode-i-spisok-samyh-jodsoderzhashhih-produktov/>

УДК 637.333: 637.3.07

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СЛОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ ТИПА МААСДАМ

*Смирнова Татьяна Сергеевна, аспирант, ведущий инженер  
Рогов Григорий Новомирович, науч. рук., к.т.н., директор ВНИИМС  
ВНИИМС-филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем  
им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич, Россия*

***Аннотация:** рассмотрены факторы, влияющие на появление пороков рисунка в полутвердых сырах, выработанных с участием пропионово-кислых бактерий. Изучение механизма правильного формирования рисунка, вкуса и консистенции сыра типа «Маасдам» позволит избежать дефектов, снизить себестоимость производства и повысить конкурентоспособность отечественной продукции на рынке.*

***Ключевые слова:** пороки сыра, сыр с пропионовокислыми бактериями, рисунок сыра, технологические особенности*

Несмотря на прогнозы по снижению объемов производства сыров в России из-за введенных санкций, рынок растет за счет развития российского сыроделия. Возрастающий спрос на продукцию сыроделия со стороны потребителей стимулирует переработчиков молочной отрасли к увеличению объемов и расширению ассортимента выпускаемых сыров [1].

Аналитики сырного рынка отмечают растущую популярность сыров типа Маасдам. Потребители выделяют этот сыр из ассортимента других видов сыра за особенный сладковато-пряный вкус и ореховый привкус. Эта

особенность вкуса сыров формируется благодаря активному пропионово-кислому брожению, в результате которого накапливаются характерные вкусоароматические вещества: пропионовая, уксусная, янтарная, молочная, глютаминовая кислоты, каждая из которых может быть в свободной форме и/или в виде солей аммония, натрия, калия, магния или кальция [2].

Ещё одной характерной особенностью развития пропионовокислых бактерий в сыре является активная способность к газообразованию, способствующая формированию в сырной головке крупных глазков [3].

При всей потребительской привлекательности сыров с пропионово-кислыми бактериями, и в первую очередь Маасдама, при их изготовлении возникает ряд трудностей. Технология сыра Маасдам относится к наиболее трудновоспроизводимой. Для полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания применение в составе основной заквасочной микрофлоры пропионовокислых бактерий является не типичным из-за повышенного содержания влаги в сыре и активного развития молочнокислой микрофлоры, снижающей активную кислотность в сырной массе. Традиционный способ созревания подобных сыров подразумевает формирование на сырной головке корочки с определёнными реологическими характеристиками и необходимой степенью пористости. При уходе за таким сыром некоторые технологические операции выполняются вручную, происходят значительные потери сырной массы, что, в конечном счёте, повышает себестоимость продукта. В современном производстве широко используются автоматизированные линии с упаковкой сыров в полимерные пакеты сразу после посолки и проведение бескорковой технологии созревания сыра. Это позволяет сократить потери сыра, исключить ручной труд, повысить рентабельность производства.

Попытки производить сыр с пропионовокислыми бактериями по бескорковой технологии до сих пор приводят к многочисленным проблемам с качеством готового продукта: переразвитый рисунок, «рваная» консистенция, трещины, недостаточно развитый рисунок или его отсутствие, глазки у поверхности сырной головки и другие [3]. Данные пороки могут быть связаны как с технологическими параметрами производства, так и с составом заквасочной микрофлоры, режимами упаковывания и созревания.

Одной из часто встречающихся проблем при производстве сыра Маасдам является раннее и позднее вспучивание во время созревания (рис.1).

Раннее вспучивание сыров происходит в результате интенсивного развития газообразующей микрофлоры, возбудителями которой могут являться бактерии групп кишечной палочки, реже дрожжи и лейконостоки [4].



Рисунок 1 – Пример развития маслянокислых бактерий в сыре Маасдам

Позднее вспучивание сыров происходит во второй половине созревания и заключается в резком увеличении объема и даже разрыве головок сыра из-за интенсивного газообразования, вызванного развитием маслянокислых бактерий видов *Clostridium tyrobutyricum*. Так как между пропионовокислыми и маслянокислыми бактериями возникают конкурентные отношения за продукты питания (органические соединения), они способны подавлять друг друга во время созревания сыра в бродильной камере [4,5].

Распространенным пороком сыров с пропионовокислыми бактериями являются трещины в сырной массе (рис.2). Трещинами называют разрывы в разных частях сырной головки, приводящие к неправильному формированию рисунка в сыре и влияющие на его внешний вид [6,7]. Данный порок играет негативную роль при фасовании сыра, особенно при слайсерной нарезке и приводит к большим потерям и браку на производстве.



Рисунок 2 – Трещины в сыре Маасдам

Одним из критериев качества сыра Маасдам является оценка его рисунка: размеры, количество и равномерность распределения глазков в сырном тесте. При наличии мелких, неравномерно расположенных глазков фасованный сыр будет существенно различаться по массе, а при отсутствии глазков по всей поверхности не будет соответствовать данному виду сыра (рис.3). Количество и размеры глазков определяются интенсивностью развития пропионовокислых бактерий во время созревания сыра в бродильной камере. Неравномерное распределение глазков в сыре чаще всего связано с процессом формования, когда происходит захват воздуха сырной массой, и это требует корректировки условий проведения процесса и работы формовочного оборудования.



Рисунок 3 – Недостаточное и неравномерное развитие глазков в сыре Маасдам

Все описанные выше пороки при дегустации снижают качественные показатели сыров данной группы и приводят к большим финансовым потерям производителя. Так как в настоящее время данный вид сыра востребован потребителем и его популярность растет, во ВНИИМС ведется научно-исследовательская работа по изучению и улучшению качества полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями типа «Маасдам».

#### Список литературы

1. Ковалева, И.В. Анализ и перспективы развития отрасли сыроделия: региональный аспект / И.В. Ковалева, М.Г. Кудинова. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2023. – № 4. – С. 10-13.
2. МакСуини, П.Л.Г. Практические рекомендации сыроделам / П.Л.Г. МакСуини // Пер. с англ. Под ред. канд. тех. наук И.А. Шергиной – Санкт-Петербург: Профессия, 2011. – С. 243-262. – Текст: непосредственный.

3. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова. – Москва: ДеЛи принт, 2003. – 800 с. – Текст: непосредственный.
4. Горина, Т.А. Проблема позднего вспучивания сыров и пути ее решения / Т.А. Горина. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 1. – С.27-29.
5. Мордвинова, В.А. Факторы, влияющие на качество сыров типа «Маасдам» / В.А. Мордвинова, Г.М. Свириденко. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 3. – С. 28-30.
6. Майоров, А.А. Самокол в сыроделии: анализ причин / А.А. Майоров. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2017. – № 1. – С. 18-20.
7. Заболоцкая, Т.А. Особенности формирования рисунка сыров Швейцарского типа. / Т.А. Заболоцкая, Е.А. Давыдова, А.Н. Лилишенцева. – Текст: непосредственный // Пищевая промышленность. – 2012. – № 1 (15). – С. 20-23.

**УДК 637.2.04**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА МАСЛА СЛИВОЧНОГО ДЕСЕРТНОГО**

*Софронова Наталья Алексеевна, студент-магистрант  
Габриелян Дина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** исследована возможность использования сухого экстракта ягод малины при производстве сливочного масла десертного назначения. Показано, что использование сухого экстракта ягод малины в количестве 10 % и функционального подсластителя «Пребиосвит Файбер» в количестве 1,2 %, позволит получить продукт с хорошими органолептическими показателями.*

***Ключевые слова:** функциональные продукты, масло сливочное десертное, сухой экстракт ягод малины, «Пребиосвит Файбер, органолептические показатели*

Ухудшение экологической обстановки, возникновение стрессовых ситуаций, ослабление иммунной защиты организма является причиной увеличения роста и частоты заболеваний сахарным диабетом, ожирением, атеросклерозом, сердечно-сосудистыми заболеваниями. Замена сахара в традиционных продуктах интенсивными подсластителями и создание продуктов пониженной энергетической ценности являются неотъемлемой тенденцией развития пищевой промышленности. В организации питания лю-

дей важную роль играют молоко и молочные продукты, что обусловлено их высокой биологической и пищевой ценностью [1].

В связи с возрастающим спросом населения на экологически чистые продукты питания и увеличением ассортимента функциональных продуктов создаются новые подходы к составу, свойствам, а, следовательно, технологиям производства продуктов питания, которые разрабатываются с учетом требований, удовлетворяющих потребности организма человека во всех питательных веществах, энергии, а также снижающих риск развития различных заболеваний [2].

Сливочное масло – пищевой продукт, представляющий собой концентрат молочного жира, который отличается ценными биологическими и вкусовыми качествами. Данный продукт богат жирорастворимыми витаминами (А, Е), витаминами группы В, каротином, а также содержит микроэлементы (натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо). Олеиновая кислота, которая содержится в сливочном масле, помогает организму в профилактике раковых заболеваний. Сливочное масло является в России традиционным продуктом, поэтому расширения его ассортимента за счет продуктов функционального назначения является актуальным. Однако в маслодельной отрасли наблюдается недостаток инновационных разработок [3].

Следует отметить, что сливочное масло не рекомендуется диетологами пожилым людям в связи с высокой калорийностью, повышенным содержанием насыщенных жирных кислот и холестерина. Часть представителей молодого и среднего поколения практически полностью отказывается от употребления сливочного масла, предпочитая низкожирные продукты [4].

Представляет интерес расширения ассортимента масла десертного назначения за счет использования функционального подсластителя «Пребиосвит Файбера», который содержит инулин, эритрит и сукралозу. Инулин – растительный пребиотик, который нормализует работу кишечника, восполняет недостаток пищевых волокон в рационе; помогает поддерживать нормальный уровень сахара и холестерина в крови [5]. Благодаря своим гепатопротекторным и иммуномодулирующим свойствам, инулин способствует снижению риска возникновения онкозаболеваний. Инулин показан к применению для профилактических целей и в составе комплексного лечения при: сахарном диабете 1 и 2 типа; гипертонии; ожирении; аллергических реакций; холециститах, гепатитах, холангитах и других [6]. Эритрит и сукралоза являются искусственными подсластителями и заменителями сахара, разрешенными Техническим Регламентом 029 на пищевые добавки [7]. Использование функционального подсластителя «Пребиосвита Файбера» позволит снизить калорийность десертного продукта.

Достижение высокой пищевой ценности продуктов питания как правило сопровождается повышением их калорийности. Современные пище-

вые производства ориентированы на расширение ассортимента продукции путем внедрения оригинальных продуктов питания, выделяющихся в общем ассортименте повышенной пищевой ценностью, в том числе наличием специфических биологически активных веществ.

Использование сухих экстрактов – один из современных трендов, имеющих целый ряд преимуществ в аспекте промышленного производства. Транспортирование и хранение таких экстрактов менее затратно. Применение сухого экстракта малины в технологии десертного масла обеспечит формирование органолептических показателей и обогатит продукт биологически активными веществами (флавоноидами, антоцианами и аскорбиновой кислотой) [8].

Целью исследований являлось установление рациональной доли внесения сухого экстракта малины и функционального подсластителя «Пребиосвит Файбер» при разработке рецептуры десертного масла, и исследование их влияния на органолептические показатели готового продукта.

В лаборатории производства и исследования молочных продуктов кафедры технологии молока и молочных продуктов, находящейся на территории АО «Учебно–опытном молочном заводе» ВГМХА им. Н.В. Верещагина, была проведена пробная выработка сливочного масла с сухим экстрактом малины и функциональным подсластителем «Пребиосвит Файбер». На первом этапе исследования для установления доли внесения экстракта малины, его предварительно растворяли в пахте при температуре  $(40\pm 2)^\circ\text{C}$  и вносили в масляный пласт на этапе нормализации.

Для выработки использовали сухой экстракт плодов малины производства ООО Казанский завод экстрактов. Сухой экстракт ягод малины представляет собой мелкодисперсный рассыпчатый порошок тёмно-малинового цвета, с приятным кисло-сладким, слегка терпким вкусом, свойственным спелым ягодам, с насыщенным, характерным для ягод малины запахом. Долю внесения выбирали на основании рекомендаций производителя, применительно к молочной продукции: 4-12 %. В готовом продукте оценивали органолептические показатели с использованием условной балльной шкалы (рисунок 1).

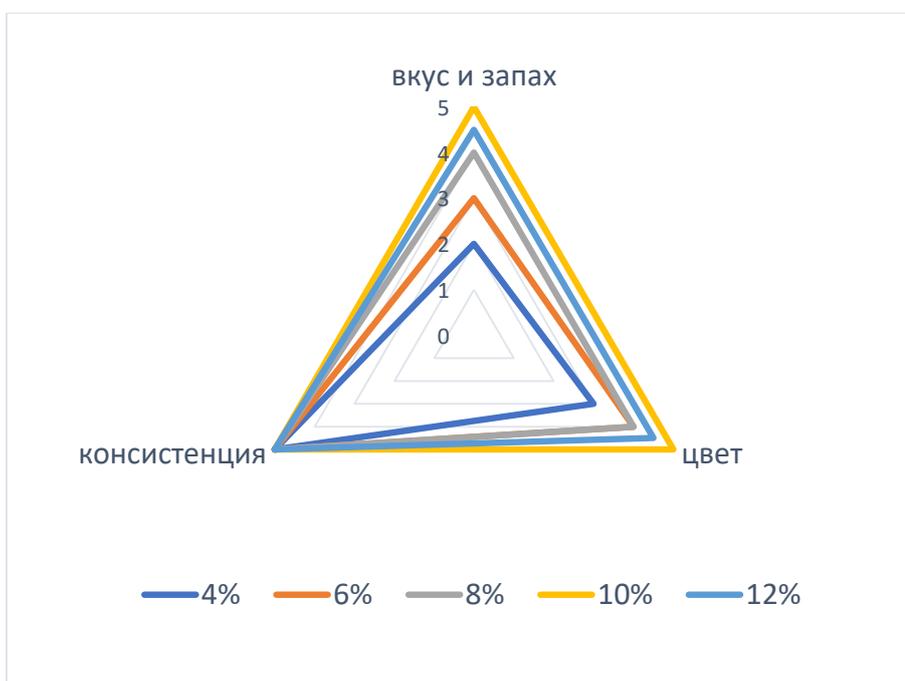


Рисунок 1 – Влияние доли внесения сухого экстракта плодов малины на сенсорные показатели исследуемых образцов

По результатам общей балльной оценки лучшим признан опытный образец с долей внесения экстракта 10 %. Данный образец обладал гармоничным приятным сливочно-ягодным вкусом и ароматом. У образцов с долей экстракта 4-8 % малиновый вкус и запах были недостаточно выражены. У опытного образца с долей экстракта 12 % вкус и запах были излишне выраженными, приторными, терпкими.

Для повышения биологической ценности и улучшения вкусовых характеристик вносили функциональный подсластитель «Пребиосвит Файбер». Это современный безопасный подсластитель, который не содержит углеводов, калорий и не повышает сахар крови. Доля внесения «Пребиосвит Файбер» составляла 0,6-1,4% к массе продукта. Подсластитель, предварительно растворяли в пахте и вносили в масляный пласт, в которые предварительно был внесен растворенный экстракт малины в установленной дозе 10 %.

В исследуемых образцах оценивали также органолептические показатели с использованием условной балльной оценки. На основании органолептической оценки было установлено, что рекомендуемая доля вносимого «Пребиосвит Файбера» составила 1,2 %. Внесение подсластителя в сливочную основу с экстрактом малины придало образцам более гармоничный, выраженный ягодный вкус с легкой сладостью. При более низких долях подсластителя вкус продукта был недостаточно выраженным, при более высокой – продукт обладал излишне сладким вкусом. Результаты органолептической оценки вкуса и запаха представлены на рисунке 2.

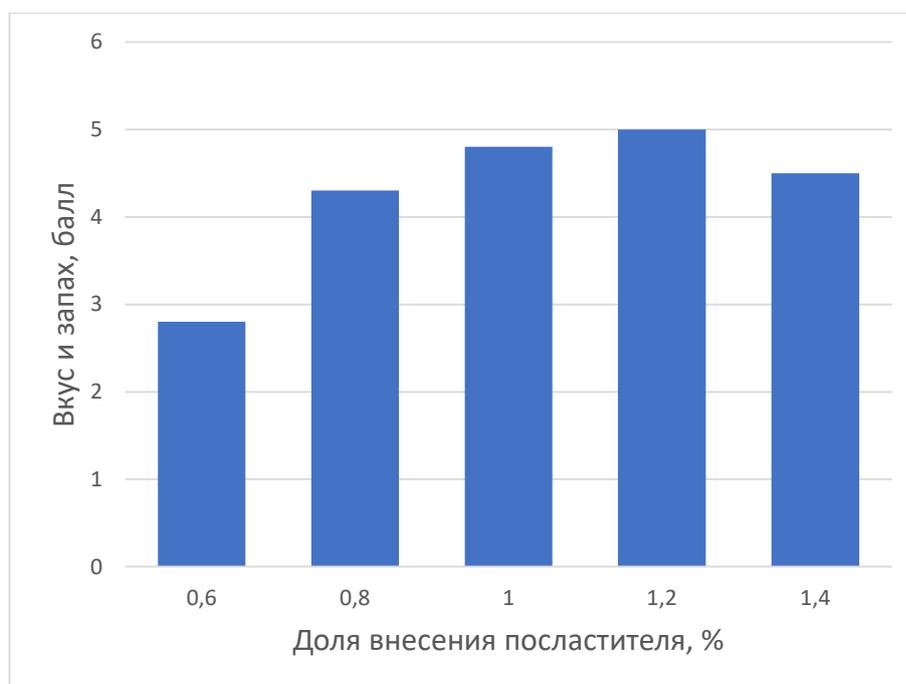


Рисунок 2 – Влияние доли внесения подсластителя на вкус и запах исследуемых образцов

Таким образом, результаты выполненных исследований показали, что введение сухого экстракта малины в сочетании с функциональным подсластителем позволит получить продукт стандартного качества с оригинальными органолептическими характеристиками и повышенной пищевой ценностью, тем самым расширить ассортимент популярного продукта.

### Список литературы

1. Плеханова, Е.А. Разработка технологии и рецептур молочных десертов диетического назначения / Е.А. Плеханова, А.В. Банникова, Н.М. Птичкина. – Текст: непосредственный // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 53-57.
2. Батурина, Н.А. Потребительские свойства кексов с добавками нетрадиционного растительного сырья / Н.А. Батурина, М.В. Власова. – Текст: непосредственный // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – № 4 (8). – С. 61-68.
3. Зимняков, В.М. Тенденции производства сливочного масла в России / В.М. Зимняков. – Текст: непосредственный // Инновационная техника и технология. – 2023. – № 1. – Т. 10. – С. 87-94.
4. Долматова, О.И. Масло сливочное «Десертное» / О.И. Долматова, А.А. Рогова. – Текст: непосредственный // Вестник ВГУИТ. – 2021. – № 2. – Т. 83. – С. 148-153.
5. Сербаева, Э.Р. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение / Э.Р. Сербаева, А.Б. Якупова,

- Ю.Р. Магасумова, К.А.Фархутдинова, Г.Р. Ахметова, Б.Р. Кулуев. – Текст: непосредственный // Биомика. – 2020. – № 1. – Том 12. – С. 57-79.
6. Рубан, Н.В. Кексы с инулином для здорового питания / Н.В. Рубан, А.Е. Туманова, Л.И. Рысева. – Текст: непосредственный // ХИПС. – 2021. – №2. – С. 99-108.
7. ТР ТС 029/2012 Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» от 20 июля 2012. – Текст : электронный. – URL: docs.cntd.ruhttps://docs.cntd.ru/document/902359401?ysclid=ltrbfvf9vj758604336
8. Егорова, Е.Ю. Использование пантогематогена и сухих растительных экстрактов в производстве напитков и сахарных кондитерских изделий / Е.Ю. Егорова, А.С. Захарова, С.С. Кузьмина. – Текст: непосредственный // Ползуновский вестник. – 2021. – № 1. – С. 51-58.

**УДК 664.951.3**

### **ОТКРЫТИЕ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КОПЧЕНОЙ РЫБЫ**

*Тарасова Наталья Викторовна, студент-магистрант  
Давлетшина Гузель Адгамовна, науч. рук., к.х.н., доцент  
КНИТУ, Казань, Республика Татарстан, Россия*

***Аннотаци:** организовать и запустить свое копильное производство сейчас вполне реально. Наше государство, несмотря на всю политическую обстановку, все-таки делает шаги навстречу малому и среднему бизнесу, и в последние годы немалые. Например, совокупный объем по всем мерам поддержки, реализуемым в 2021 году для МСП, включая двукратное снижение страховых взносов, превысил 1 трлн. рублей. В каждом регионе действуют свои меры поддержки и развития. В статье раскрыты основные организационные этапы для начинающего предпринимателя, который принял решение открыть цех по копчению рыбы.*

***Ключевые слова.** Малое предприятие, мини-копильня, открытие ИП, анализ рынка, оборудование, сырье для бизнеса, окупаемость и рентабельность*

Пока идет обсуждение о том, как Москва сократила квоты для Японии на отлов рыбы в российских водах, а потом и вовсе запретила рыбный промысел в России. И пока власти обсуждают вопрос денонсации соглашения с Великобританией о праве заниматься рыбным промыслом в Баренцевом море, российские предприниматели пытаются выстроить внутренний рынок по производству рыбной продукции. Принимая решение об

открытии коптильного цеха, необходимо понимать, будет ли это бизнес с основным заработком или это мини-коптильня для хобби. Рассмотрим вариант развития направления, как бизнес с дальнейшим расширением производства.

Анализ рынка. Дефицита в копченой продукции нет, преимущественно используется товар крупных компаний, где используют промышленные методы производства: термическая обработка с насыщением специальных добавок запаха дыма, консервантов, которые не всегда безопасны. Сетевые гипермаркеты, магазины шаговой доступности – это основные конкуренты частных производителей. Но продукция, прошедшая копчение в мини-коптильне, имеет высокие вкусовые качества, и люди всё чаще отдают предпочтение продукции частных компаний. Необходимо ориентироваться на потребительский рынок той территории, где планируете открытие деятельности [2]. Необходимо также проанализировать, выявить потребности потенциальных клиентов, учитывая спрос и предложения, цены и ассортимент конкурентов, найти поставщиков и обсудить условия доставки сырья, возможности продвижения и расходы на рекламу, составить бизнес-план и произвести расчеты с целью возможных расходов и окупаемости.

Регистрация предприятия. Как правило, начинающие предприниматели ведут бизнес нелегально. В данной ситуации присутствует вероятность проверки контролирующих органов на факт незаконного ведения хозяйства, как следствие привлечение к ответственности. Организация работы в качестве самозанятого тоже представляет риск, так как продукция является “сложной” со стороны Санитарно-эпидемиологической службы, ГосТехНадзора и прочих. Сбыт готовой продукции кустарного производства запрещен и преследуется ст. 238 УК РФ. Поэтому, чтобы открыть коптильню, необходимо оформить деятельность и работать в качестве индивидуального предпринимателя (ИП). Кодом основного вида деятельности будет 10.20 – переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков либо ОКВЭД 10.13.1 - Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса. Работая ИП, есть возможность выйти на новые рынки сбыта, но потребуются уплата налогов, страховых взносов, выбрать подходящий режим налогообложения. Можно воспользоваться предложением банка, в котором открывается расчетный счет, услугами аутсорсинга для ведения налоговой отчетности. Нанимая сотрудников, необходимо учесть расходы на фонд заработной платы, но на начальном этапе можно ограничиться в найме работников и справляться самостоятельно. Также нужно учесть, что использование мини-коптильни для коммерческих целей требует регистрации в Роспотребнадзоре, СЭС, МЧС, Ростехнадзоре. Дополнительно потребуются заявление на регистрацию бизнеса, документы на помещение (правоустанавливающие бумаги или арендное соглашение), сертификаты качества на сырье (предоставляет

поставщик). После проверки всех документов и осмотра предприятия, Роспотребнадзор выдает свидетельство о государственной регистрации.

Помещение. Главный плюс этого бизнеса - можно открыть цех у себя в частном доме, на даче. Площадь коптильни не менее 20 м. кв., оснащение бактерицидными лампами, отделка стены кафелем на высоте не ниже 1,5 м от пола, на расстоянии не более 5 м от коптильни расположение пожарного щита, пенный или порошковый огнетушитель, пожарная сигнализация, канализация, водопровод, вентиляция находятся в рабочем исправном состоянии – вот минимальные, оптимальные условия для своего мини-предприятия. При соблюдении всех требований к характеристикам помещения со стороны надзорных органов предписаний не возникнет.

Оборудование. Основная статья расходов при запуске мини-коптильни – это закупка оборудования. Советуют не экономить на его приобретении, так как, не имея большого опыта столкнуться с поломкой и нести непредвиденные расходы по ремонту техники, чревато последствиями - порчи сырья либо некачественной продукцией на выходе. Для начала деятельности можно приобрести дровяную коптильню. Она прекрасно справляется с копчением, имеет низкую стоимость. Либо – электрическую, она дороже примерно в два раза, но занимает мало места, проста в использовании. На перспективу можно рассмотреть газовую коптильню, она тоже проста в обслуживании и готовая продукция по своим товарным и вкусовым качествам имеет преимущество в отличие от дровяных и электрических коптилен. Недостаток – высокая цена, постоянное обслуживание форсунок. А вот на оснащении моечными, столами и емкостями для вымачивания можно сэкономить и купить б/у. Так же необходимо учесть затраты на холодильник, вакууматор с набором упаковочного материала, разделочные инструменты, дрова, щепу, термометры, весы.

Поставщики сырья. Учитывая, что свежие продукты имеют ограниченный срок хранения, озадачится ценообразованием на сырье и условиям поставки - один из приоритетных вопросов. Это могут быть: фермерские хозяйства, расположенные территориально рядом с предполагаемым местом коптильни, ярмарки, магазины, интернет ресурсы. Сейчас достаточно много хозяйств, занимающихся разведением живой рыбы, мяса, птицы и, выйдя на производителя, можно договориться о взаимовыгодных ценах на сырье, сроках и условиях поставки.

Технология производства. Выбирая технологию копчения нужно учитывать наличие точек сбыта, так как срок изготовления и хранения продуктов горячего и холодного копчения разные. Мясо, птицу и рыбу горячего копчения можно есть в течение трех суток. Продукты холодного копчения хранятся до двух месяцев. Поэтому если найдены стабильные точки реализации и покупатель готов забирать всю продукцию, то можно смело осваивать горячее копчение. Это относительно простая технология и даже если отсутствуют постоянные клиенты на массовый заказ, можно

обойтись небольшими партиями. При холодном копчении можно рассчитывать на удаленные точки сбыта. Приступая к изготовлению продукции на реализацию, необходимо иметь четкое представление самого процесса изготовления, при возникновении сомнений лучше привлечь специалиста-технолога на начальном этапе деятельности, который поможет разработать и технологические карты, и ассортимент готовых изделий.

Реализация готовой продукции. Чтобы выделиться среди конкурентов, и завоевать свое «место под солнцем», придется постараться. Стоит уделить особое внимание размещению рекламы на городских форумах, в социальных сетях, разработать запоминающийся бренд, выйти на переговоры с клиентами среди магазинов торговых сетей, создать собственный сайт и заниматься его продвижением. Принимать участие в фермерских ярмарках, фестивалях, предложить свою продукцию ресторанам и кафе, заинтересованных в качественном товаре.

Стартовые инвестиции. Рассчитаем затраты на открытие мини-коптильни у себя в доме, на даче (Таблица 1) [1]. Минимальная партия реализации готовой продукции 50 кг в месяц. Сырье – это радужная форель, цена реализации готовой продукции 1300,00 руб. за кг.

Таблица 1 – Затраты на открытие мини-коптильни

Статья затрат	Сумма, руб.
Регистрация индивидуального предпринимателя	800,00
Декларирование продукции	14000,00
Оборудование	182000,00
Оснащение цеха расходными материалами, кухонной утварью	65500,00
Итого:	262300,00
Ежемесячные расходы	
Сырье (охлажденная рыба радужная форель)	38500,00
Коммунальные платежи (вода, свет)	1500,00
Аренда точки сбыта, месяц	6000,00
Транспортные расходы	1000,00
Страховые взносы ИП (за месяц)	4125,00
Амортизация оборудования	1011,00
Прочие расходы	1500,00
Итого:	53636,00

Расчет окупаемости. На основании данных таблицы делаем выводы, что при минимальных продажах (за месяц 50 кг), выручка составит 65000,00 руб. Чистая прибыль 11364,00 руб. в месяц. Окупаемость 23 месяца [3]. Следовательно, открывать ИП при данном раскладе нецелесообразно. Чтобы увеличить прибыль необходимо пересмотреть ассортимент продукции и увеличить объем продаж, найти поставщиков с выгодной ценой на сырье, что снизит себестоимость.

Риски. Открытие предприятия, связанного с пищевыми продуктами, всегда несет определенные риски. Неправильная технология обработки

сырья приведет к порче готового продукта и непригодности к употреблению, а также опасности для здоровья человека. Не менее важным является сохранность, упаковка, транспортировка продукции. Быть конкурентоспособным – задача любого предпринимателя. На этапе развития не стоит экономить на специалистах по продвижению и рекламе. В тот момент, когда вы полностью загружены на производстве, грамотные специалисты digital-маркетинга займутся продвижением бренда, привлекут трафик, увеличат клиентскую базу и объем продаж, проработают над улучшением репутации компании и повысят лояльность клиентов.

Открыть производство не сложно. Программы по содействию бизнеса работают, и стоит воспользоваться поддержкой государства. Субсидии, микрокредитование от фондов поддержки предпринимательства при территориальных торгово-промышленных палатах. Начинаящий бизнесмен может получить в долг до полумиллиона рублей под процент, который определяется ставкой рефинансирования ЦБ. Стоит заметить, одного такого кредита достаточно, чтобы открыть небольшой цех и оснастить его оборудованием для копчения рыбы. Обучение и стажировка на крупных предприятиях выбранной отрасли, льготный лизинг для покупки оборудования, бизнес-инкубаторы, участие в ярмарках, получение гранта. Получить консультацию у специалиста можно бесплатно, онлайн в Министерстве экономического развития, Центре занятости населения, Региональной администрации муниципального образования, Торгово-промышленной палате, Фонде содействия кредитованию малого бизнеса, Фонде содействия инновациям, Центре инфраструктуры МСП и др.

### **Список литературы**

1. Шевчук, Д. Как составить бизнес-план: первый шаг к своему бизнесу / Д. Шевчук. – Москва: АСТ: Астрель, 2008. – 190, с. – Текст: непосредственный.
2. Шевчук, Д. Предпринимательство: основные этапы создания организации / Д. Шевчук. – Текст: непосредственный // Финансовая газета, 41 (825)/2007.
3. Расчет окупаемости. – Текст: электронный <https://moybiznesplan.ru/>

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОЗРЕВАНИЯ МЯСА

*Туленцева Ева Александровна, студент-бакалавр  
Канаев Михаил Анатольевич, науч. рук, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Самара-Усть-Кинельский, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены преимущества созревания мяса, для улучшения вкусовых качеств, выявлены методы выдержки, а также специализированные аппараты для созревания мяса.

**Ключевые слова:** мясо, выдержка, созревание, вкус, аромат

В настоящее время, придя в ресторан, в меню можно встретить окончание «aged» в названиях стейков, придя в мясной магазин можно приобрести выдержанное мясо, также люди научились изготавливать в домашних условиях самостоятельно такое мясо, при помощи вакуумных аппаратов.

Тенденция выдерживания мяса стала вновь актуальна, так как это помогает мясу приобрести насыщенный вкус и аромат. Само созревание в современный мир пришло издавна. Это делалось в следствии того, что туша не употреблялась полностью, тогда ее разделявали и растягивали на деревянных перекладинах, хранив в холодном и темном помещении [1].

Спустя тысячелетия техника достигла высокого уровня. Она позволяет выдерживать мясо без риска гниения, как это было раньше из-за смены температуры.

Автолиз, по-другому – выдержка, позволяет получить не жесткое и сухое мясо, а, наоборот, сочное, в процессе готовки, и вкусное, в процессе употребления. В процессе созревания происходит самопроизвольные химические реакции, в которые не вмешивается человеческая деятельность, способствующие к изменению физических качеств мяса: прочность, влагоудерживаемость, цвет, запах, аромат, а также устойчивость к микробиологическим процессам [2].

Автолиз делится на 3 стадии:

1) Парное мясо – мясо в течении четырех часов после убоя. Такое мясо обладает мягкой консистенцией и высокой влагоудерживающей способностью, однако вкус и аромат не выражен.

2) Окончание – это второй этап автолиза, которое следует через четыре часа после убоя. Процесс идет до 28 часов, при соблюдении температурного режима - 0°-4° С. Мясо становится жестким, влагоудерживающие способности уменьшаются, а вкус приобретает кислинку. Но у данного процесса есть свои преимущества: улучшается структура мяса, путем набухания коллагена и происходит увеличение устойчивости к развитию микроорганизмов.

3) Созревание – процесс выдержки, который длится 25-30 дней.

Стоит уточнить, что созревание может подвергаться только животные, которые правильно выращены и откормлены.

Также к настоящему времени разработаны различные способы созревания:

1) Аква-созревание – созревание в минеральной воде, мясо при таком созревании становится нежным и сочным.

2) Hautgout – достаточно специфический метод, при котором мясо созревает в перьях или же меху, приобретая терпкий и одновременно сладковатый вкус, однако способ является не гигиеничным.

3) Выдержка в пергаменте – это разновидность влажного созревания, где устраняется лишний мясной сок, путем заворачивания мяса в пергамент, продукт приобретает металлически-кислый привкус.

4) Плесневая выдержка – относится к разновидности сухой выдержки, формируется плесневая корочка, для этого мясо прививают специальными грибковыми бактериями, в следствии чего вкус становится ореховым, а структура нежной.

5) Выдержка в жире – самый простой метод, в котором мясо покрывается говяжьим жиром, таким образом продлевается хранение и развивается нежная структура [3,4]

Вышеописанные методы используются преимущественно на территории крафтовых производств или же в самых гастрономических заведениях. На крупных предприятиях выделяют влажное и сухое созревание.

При влажном созревании мясо упаковывается в вакуум и выдерживается при температуре 1°-3° С, стейк становится сочным за счет того, что сок находится в упаковке, и массовые потери отсутствуют. Однако аромат и вкус не ярко выражены. Такой вид выдержки считается относительно новым, но он уже обрел известность, так как данным способом выдерживают около 90% мяса в мире. Метод является самым экономичным, так как выдержка мяса может производиться даже при транспортировке.

Отличие сухой выдержки от влажной заключается в активности ферментов, что обеспечивает насыщенный аромат и вкус. Мясо, взятое через 30 часов после убоя, перемещают в специальную камеру с вентиляцией, где уровень влаги 65-85% и температура 1°-4° С. Ферменты разрушают мышечные волокна, делая продукт нежным. Таким образом мясо созревает 3-4 недели. Сухая выдержка является наиболее древней [5].

Долгая выдержка, потеря в массе и все накладные расходы составляют высокую цену продукции. Однако, сухая выдержка экономически оправдывается в том случае, если мясо высокого качества и высокого уровня мраморности.

Изготовление вызревшего мяса требует строгого соблюдения санитарных норм и температурного режима, как и в процессе выдержки, так и после.

Для упрощения такой трудоемкой работы компания MeatAge, находящаяся в Китае и осуществляющая поставки в Европу, США и Азию, выпускает специализированные шкафы для сушки мяса, оснащенные ультрафиолетовыми лампами, которые активны на протяжении всего времени в процессе сушки, для стерилизации воздуха. Для наилучшего достижения результата выдержки также рекомендуется использование лотка, наполненного гималайской солью, соль не только поглощает лишнюю влагу, но и положительно влияет на вкусовые качества готовой продукции [5].

Тенденция вызревания мяса на территории Российской Федерации в современном виде постепенно возрождается. По большей части такой метод подготовки мяса актуален для стейковых частей туши. Ранее поставки данной продукции производились из Аргентины, Чили и Бразилии, на данный момент времени отечественные производители постепенно вводят в производство такой ассортимент.

В России стейки набирают популярность. Поэтому важно нарастить отечественную базу в сфере производства вызревшего мяса, так как по сути обычный стейк не обладает всем спектром вкусовых качеств в отличие от созревшего. Модернизация вкуса и аромата - это неотъемлемая часть любого производства.

#### Список литературы

1. Козырев, И.В. Соблюдение мяса: ретроспектива и перспектива / И.В. Козырев, Т.М. Миттельштейн. – Текст: непосредственный // Мясные технологии. – 2020. – № 5 (209). – С. 18-21.
2. Строева, А.Г. Соблюдение мяса: этапы и изменения / А.Г. Строева. – Текст: непосредственный // В сборнике: интеллектуальный капитал XXI века. Сборник статей международного научно-исследовательского конкурса. Пенза, 2020. – С. 33-38.
3. Идентификация процессов глобального мяса с нехарактерным автолизом / И.С. Брашко, И.С. Третьякова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова. – Текст: непосредственный // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы XVII Всероссийской конференции. – Казань, 2021. – С. 270-274.
4. Мышалова, О.М. Получение высококачественной говядины / О.М. Мышалова, Г.В. Гуринович, В.А. Хренов. – Текст: непосредственный // Инновационный путь развития как ответ на вызовы нового времени: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2020. – С. 32-37.
5. Серебряков, И.М. Инновационные технологии производства мясных деликатесов с новыми потребительскими качествами // И.М. Серебряков, Р.Р. Саубанов, Р.Р. Зиганшин. – Текст: непосредственный // XII Камские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – 2020. – С. 413-417.

# СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<i>Артемьев Максим Викторович.</i> История создания фронтального погрузчика .....	3
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Повышение безопасности фронтальных погрузчиков.....	8
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Быстросъёмное соединение навесного оборудования фронтального погрузчика.....	11
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Назначение фронтального погрузчика .	14
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Классификация фронтальных погрузчиков .....	16
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Сменные рабочие органы фронтальных погрузчиков.....	19
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Искусственный интеллект в инженерии.....	21
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Автоматизация фронтального погрузчика.....	23
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Преимущества различных классов фронтальных погрузчиков.....	25
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Особенности, преимущества и применение фронтального погрузчика.....	28
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Виды, строение и преимущества фронтальных погрузчиков.....	31
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Конструктивные особенности современных колёсных фронтальных погрузчиков .....	34
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Сравнительный анализ производительности гусеничных и колесных погрузчиков.....	36
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Тенденции развития фронтальных погрузчиков: современные технологии и инновации.....	40
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Колёсный фронтальный погрузчик John Deere 844К-II: современные технологии для высокой производительности .....	42
<i>Артемьев Максим Викторович.</i> Фронтальный погрузчик в борьбе за рынки .....	43
<i>Бабкин Алексей Иннокентьевич.</i> Обзор технологий для штапелирования льносырья .....	45
<i>Баско Данил Олегович.</i> Инновационное устройство для дозированной раздачи кормов в сельском хозяйстве .....	49
<i>Баско Данил Олегови.</i> Техническое решение для повышения эффективности восстановления блока цилиндров .....	54

<b>Баско Данил Олегович.</b> Приспособление для закрепления блока цилиндров V-образного типа .....	59
<b>Баско Данил Олегович.</b> Оптимизация сроков службы и повышение надежности техники .....	63
<b>Братушев Леонид Александрович.</b> Современные системы уборки навоза на фермах крупного рогатого скота .....	67
<b>Вершинин Данил Викторович.</b> Способы интенсификации процесса сушки зерна .....	71
<b>Волокитин Дмитрий Владиславович.</b> Эффективное использование доильных установок в хозяйствах Вологодской области .....	77
<b>Волотина Яна Юрьевна, Кушмуратова Сабрина Джахонгировна, Мальцев Александр Вячеславович, Бабкин Алексей Иннокентьевич, Мельниченко Евгений Александрович, Цыганов Андрей Николаевич.</b> Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в ходе цифровой трансформации сельского хозяйства региона .....	81
<b>Гасымов Барат Этибар Оглы, Южаков Алексей Сергеевич, Крикунова Анастасия Александровна, Бабкин Алексей Иннокентьевич.</b> Компьютерное моделирование БПЛА в задачах агроинженерии .....	86
<b>Даузе Леонид Васильевич.</b> Конструктивно-технологическая схема адаптера для штапелирования льносырья .....	90
<b>Евшин Данил Николаевич.</b> Оптимизация тепловых потерь двигателя внутреннего сгорания .....	94
<b>Евшин Данил Николаевич.</b> Повышение надежности при уборке зерновых культур .....	97
<b>Загустина Валерия Федоровна.</b> Выбор технологии заготовки кормов из трав .....	101
<b>Захаркина Светлана Алексеевна.</b> Хранение картофеля с низкими потерями .....	105
<b>Иванов Николай Васильевич, Ратников Евгений Сергеевич.</b> К вопросу дозирования кормовых смесей повышенной влажности .....	107
<b>Иванов Николай Васильевич.</b> Дозирование кормовых смесей повышенной влажности .....	112
<b>Иванов Николай Васильевич.</b> Повышение эффективности процесса дозирования кормовых смесей повышенной влажности .....	116
<b>Катернюк Сергей Маратович, Ухин Михаил Сергеевич, Иванов Михаил Александрович, Уваров Игорь Владимирович, Петров Валерий Владимирович, Шушков Данил Романович, Мельниченко Евгений Александрович.</b> Разработка системы управления мобильным агророботом с использованием компьютерного зрения .....	120
<b>Котельников Николай Николаевич.</b> К выбору сеялок точного высева для фермерских хозяйств .....	124
<b>Крышталь Анна Павловна.</b> Роль аэрокосмических технологий в ландшафтной архитектуре .....	128

<b>Кузнецов Михаил Сергеевич.</b> Способы уборки картофельной ботвы .....	132
<b>Лягуский Александр Григорьевич.</b> Исследование процесса формирования ягодного вороха клюквы крупноплодной методами аналитической геометрии .....	134
<b>Марков Александр Игоревич.</b> Теоретические исследования процесса смешивания ингредиентов заменителя цельного молока .....	139
<b>Марков Александр Игоревич.</b> Результаты экспериментальных исследований процесса смешивания ингредиентов заменителя цельного молока ...	142
<b>Медведев Андрей Сергеевич.</b> Классификация и принцип работы дробилок ударного типа.....	145
<b>Медведев Андрей Сергеевич.</b> Виброзащита трактора МТЗ-82.....	149
<b>Мельниченко Евгений Александрович.</b> Обзор способов механической технологии штапелирования волокна.....	154
<b>Митасова Софья Алексеевна.</b> Применение искусственного интеллекта в экологии.....	159
<b>Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Система автоматического управления машинно-тракторным агрегатом Fjodynamics.....	165
<b>Мотыль Илья Сергеевич, Ковалевич Евгений Васильевич.</b> Методика отбора проб для проведения экспресс-методов контроля свойств моторного масла .....	168
<b>Мотыль Илья Сергеевич, Ковалевич Евгений Васильевич.</b> Анализ фильтрограмм моторного масла, полученных экспресс-методом патч-тестирования .....	171
<b>Мухина Ксения Александровна.</b> Использование дронов в сельском хозяйстве .....	175
<b>Николаев Даниил Владимирович, Шабанов Михаил Сергеевич, Кокоша Данил Русланович, Вязников Никита Александрович, Цыганов Андрей Николаевич.</b> Экспериментальное исследование методов фотограмметрической обработки цифровых изображений БПЛА.....	180
<b>Онегин Алексей Владимирович.</b> Первичная обработка молока на фермах .....	183
<b>Онегин Алексей Владимирович.</b> Машинное доение коров на фермах при разных способах содержания .....	188
<b>Онегин Алексей Владимирович.</b> Факторы, влияющие на выбор системы содержания животных на фермах.....	192
<b>Остриков Виталий Викторович.</b> Оценка работоспособности моторного масла методом «Капельной пробы» .....	195
<b>Панков Дмитрий Витальевич.</b> Цифровая трансформация в растениеводстве .....	199
<b>Панков Дмитрий Витальевич.</b> Рационализация систем орошения и управление водными ресурсами при помощи цифровых технологий.....	204
<b>Панков Дмитрий Витальевич.</b> Развитие систем интеллектуального земледелия с целью оптимизации ресурсов для увеличения урожайности....	210

<i>Пчелинцев Антон Андреевич.</i> Основные параметры для планирования и достоверного прогнозирования показателей почвообрабатывающих машин .....	214
<i>Пчелинцев Антон Андреевич.</i> Методика определения удельного сопротивления рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	217
<i>Рыбин Роман Юрьевич.</i> Универсальный фланцевый центросместитель	221
<i>Рыбин Роман Юрьевич.</i> Способ восстановления цилиндрических поверхностей деталей путем приклеивания полукольцевых накладок .....	227
<i>Рыбин Роман Юрьевич.</i> Оптимизация сроков службы и повышение надежности техники.....	232
<i>Рыбин Роман Юрьевич.</i> Устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при уборке с использованием теплоты двигателя комбайна.....	236
<i>Сакович Алексей Олегович, Войтёнок Александр Сергеевич.</i> Исследование режущей способности ферроабразивных порошков при магнитно-абразивной обработке деталей сельскохозяйственных машин.....	241
<i>Симченков Алексей Сергеевич.</i> Исследование параметров микроклимата птичника в зимний период и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха .....	248
<i>Ситчихин Максим Андреевич.</i> Консервация разбрасывателя минеральных удобрений.....	253
<i>Соковая Мария Евгеньевна.</i> Платформенный кормораздатчик.....	260
<i>Соковая Мария Евгеньевна.</i> Раздача кормов на пастбищных доильных установках.....	264
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Безотвальная обработка почвы.....	268
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Механизация заготовки кормов.....	271
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Режущий аппарат «Шумахер» .....	273
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Рециркуляция отработавших газов .....	276
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Восстановление поверхности втулок ЦАПФ .....	279
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Применение прикатывающих катков в полевых работах .....	281
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Модернизация зерновой сушилки.....	283
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Снижение давления движителя трактора на почву .....	286
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Повышение эффективности картофелеуборочного комбайна.....	289
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Технология внесения жидкого азотного удобрения.....	291
<i>Фомин Иван Вадимович.</i> Исследование зависимости однородности смеси от времени смешивания.....	293
<i>Цыганов Андрей Николаевич.</i> Обзор технологических линий для штапельирования волокна .....	297

<i>Яковлева Карина Дмитриевна.</i> Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве.....	302
<i>Яковлева Карина Дмитриевна.</i> Обзор систем мониторинга сельскохозяйственной техники, используемой в Вологодской области.....	306

## ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

<i>Акимова Юлия Васильевна.</i> Исследование взаимосвязи объема производства с качеством и безопасностью продукции птицеводства.....	312
<i>Браславская Вероника Сергеевна.</i> Бета-каротин как функциональный ингредиент йогурта для детей.....	317
<i>Быченков Михаил Петрович.</i> Использование усилителей вкуса и аромата в мясных продуктах, как способ продвижения продукта на рынке.....	321
<i>Гаглов Александр Андреевич.</i> Потребительская оценка йогурта с голубой спирулиной.....	324
<i>Демидова Татьяна Сергеевна.</i> Ферментация углеводных компонентов фугата.....	328
<i>Демидова Татьяна Сергеевна, Овечкина Юлия Александровна.</i> Микробиологические показатели молока, полученного от коров, больных маститом.....	331
<i>Демьянец Анна Антоновна.</i> Применение сыворотки, обогащенной пробиотической микрофлорой, в технологии сыров с чеддеризацией и термопластификацией сырной массы.....	336
<i>Денисов Александр Николаевич, Мильков Илья Константинович, Чекалев Егор Игоревич, Соснин Михаил Владимирович, Ажорин Александр Игоревич.</i> Исследование процесса сушки УФ-пермеата в производстве молочного сахара.....	342
<i>Иванов Николай Николаевич, Смоляк Анна Александровна.</i> Влияние введения в рацион пшеницы и свёклы на количественные и качественные показатели домашнего козьего молока.....	348
<i>Карасева Полина Александровна.</i> Ветеринарно-санитарная оценка кисломолочного продукта (ряженки) разных производителей.....	352
<i>Кардовская Алина Михайловна, Костина Анастасия Александровна.</i> Экономические показатели при производстве новых творожных продуктов «Я хочу стать мамой».....	359
<i>Костина Анастасия Александровна.</i> Выбор рецептуры для творожного продукта «Я хочу стать мамой», рекомендуемого в период планирования беременности.....	363
<i>Кузьмина Гульназ Мударисовна.</i> Обоснование применения ламинарии в рецептуре рыбных полуфабрикатов.....	368
<i>Мартышкин Артём Алексеевич.</i> К проблеме обоснования выбора способа копчения мясных продуктов.....	372

<b>Медведев Виталий Андреевич.</b> Определение качества и безопасности субпродуктов птицы путем химического анализа.....	376
<b>Ничипоренко Алина Аркадьевна.</b> Изменение качественных показателей творожного десерта в процессе хранения.....	380
<b>Поромонов Ян Сергеевич.</b> Подбор рецептуры для йогурта с черничным сиропом на фруктозе и цикорием.....	385
<b>Сафиуллина Зульфия Zufаровна.</b> Перспективы получения биологически активной добавки из мягких тканей спизулы сахалинской.....	389
<b>Севастьянов Иван Сергеевич.</b> Метод аналитической иерархии при выборе инфракрасного лабораторного анализатора.....	391
<b>Сковородина Анастасия Сергеевна.</b> Проектирование состава замороженного десерта на основе творожной сыворотки.....	396
<b>Смирнова Татьяна Сергеевна.</b> Технологические сложности производства сыров типа Маасдам .....	400
<b>Софронова Наталья Алексеевна.</b> Проектирование состава масла сливочного десертного .....	404
<b>Тарасова Наталья Викторовна.</b> Открытие малого предприятия по производству копченой рыбы.....	409
<b>Туленцева Ева Александровна.</b> Анализ методов созревания мяса .....	414

*Научное издание*

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Технические науки  
Сборник научных трудов по результатам работы  
IX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием*

*Ответственный за выпуск В.В. Суров*

Подписано к размещению на образовательном портале и в ЭБС 23.04.2024 г.  
Заказ № 8-Э. Объем 26,4 усл. печ. л. Формат 60/90 1/16.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА  
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-399-2



9 785980 763992