

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

Инженерный факультет

Кафедра «Технические системы в агробизнесе»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль): Технические системы в агробизнесе

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Вологда – Молочное

2024

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Вершинин В.Н.

Программа одобрена на заседании кафедры технических систем в агробизнесе 25 января 2024 года, протокол № 6.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Шушков Р.А.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета 15 февраля 2024 года, протокол № 6.

Председатель методической комиссии: канд. техн. наук, доцент Берденников Е.А.

1 Цель и задачи изучения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: получение базовых знаний и формирование основных навыков по методам построения математических моделей для решения прикладных технических задач; освоение практических методов и современных технологий машинного моделирования.

Задачи дисциплины:

- изучение общих вопросов теории моделирования, знакомство с методами анализа и принципами подхода к моделированию;
- освоение методов имитационного моделирования и изучение системы имитационного моделирования;
- приобретение практических навыков построения имитационных моделей и освоение методов обработки результатов моделирования.

2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Моделирование в технических системах» относится к обязательной части дисциплин основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия». Индекс по учебному плану – Б1.О.08.

К числу **входных знаний, навыков и компетенций** студенту, приступающему к изучению дисциплины необходимо:

- знать основы математической логики и вычислительной математики;
- знать основные алгоритмы матричных исчислений;
- знать основные разделы информатики;
- знать современное состояние уровня и направлений развития вычислительной техники и программных средств;
- уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера, самостоятельно использовать внешние носители информации для обмена данными между компьютерами, создавать резервные копии и архивы данных и программ;
- уметь работать с программными средствами общего назначения;
- иметь базовые теоретические знания по специальным техническим дисциплинам.

Освоение учебной дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении дисциплин бакалавриата таких как: «Математика», «Информатика и цифровые технологии», «Сельскохозяйственные машины», «Математические модели в расчетах на ЭВМ».

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, необходимы для изучения ряда разделов последующих дисциплин использующих проектно-конструкторские процедуры с использованием информационных технологий, а также могут быть использованы для подготовки выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Моделирование в технических системах» направлен на формирование профессиональных компетенций. Студент в процессе изучения дисциплины должен развить следующие компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ИД-1 <small>ОПК-3</small> . Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии.
	ИД-2 <small>ОПК-3</small> . Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.
ПК-18 Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оценивать риски от их внедрения	ИД 1 <small>ПК-18</small> . Демонстрирует знания эксплуатационных показателей и методов их повышения при эксплуатации сельскохозяйственной техники
	ИД 2 <small>ПК-18</small> . Осуществляет разработку способов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники
	ИД 3 <small>ПК-18</small> . Оценивает экономические риски от внедрения новых методов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники
ПК-26 Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации сельскохозяйственного производства	ИД 1 <small>ПК-26</small> . Демонстрирует знания методик проведения научных исследований, определения объекта и предмета исследований.
	ИД 2 <small>ПК-26</small> . Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области механизации, сельскохозяйственного производства с использованием известных методик.
	ИД 3 <small>ПК-26</small> . Анализирует результаты проведенных научных исследований и формулирует выводы.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3,0 зачётных единиц

4.1 Структура учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Всего часов (очная форма)	Семестр		Всего часов (заочная форма)
		1	2	
Аудиторные занятия (всего)	34		34	
<i>В том числе:</i>				
Лекции	17		17	
Практические занятия	-		-	
Лабораторные работы	17		17	
Самостоятельная работа (всего)	66		66	
Контроль	8		8	
Вид промежуточной аттестации	Зачёт		Зачёт	
Общая трудоёмкость, часы	108		108	
Зачётные единицы	3,0		3,0	

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.

Сущность метода моделирования. Системы массового обслуживания (Q-схемы). Виды математического моделирования: аналитическое, имитационное, комбинированное. Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.

Системы массового обслуживания (Q-схемы). Приборы обслуживания в символике Q-схем. Многофазные, многоканальные, разомкнутые и замкнутые Q-схемы. Транзакты. Поведение транзактов в неординарных ситуациях. Статические, динамические, относительные и абсолютные приоритеты.

Раздел 2. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World, GPSS/PC. Моделирование случайных величин и случайных событий в GPSS-моделях. Моделирование многоканальных устройств.

Языки имитационного моделирования. Общецелевая система моделирования GPSS. Принципы построения пакета прикладных программ GPSS/PC, GPSS World. Основные объекты пакета GPSS/PC, GPSS World. Блоки, связанные с транзактами. Блоки, связанные с аппаратными объектами. Блоки для сбора статистических данных.

Моделирование многоканальных устройств. Изменение направления передачи транзактов. Моделирование мелких неисправностей оборудования. Контроль качества и переналадка оборудования.

Раздел 3. Разработка и использование имитационных моделей со сложной структурой каналов обслуживания. Применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи.

Блоки, изменяющие маршруты транзактов. Блоки, работающие с памятью. Блоки для работы со списками пользователя. Управляющие операторы. Приемы конструирования GPSS-моделей: косвенная адресация, обработка одновременных событий. Применение математических моделей для решения оптимизационных задач.

4.3 Разделы учебной дисциплины и вид занятий

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	лекции	лаборат.	СРС	Контр.	Всего
1.	Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.	2	-	2	2	6
2.	Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World, GPSS/PC. Моделирование случайных величин и случайных событий в GPSS-моделях. Моделирование многоканальных устройств.	2	2	10	2	16
3.	Разработка и использование имитационных моделей со сложной	13	15	54	4	86

	структурой каналов обслуживания. Применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи.					
	Итого	17	17	66	8	108

5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№	Разделы, темы дисциплины	Общепрофессиональные компетенции	Профессиональные компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-3	ПК-18	ПК-26	
1	Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.	+	-	+	2
2	Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World, GPSS/PC. Моделирование случайных величин и случайных событий в GPSS-моделях. Моделирование многоканальных устройств.	+	+	+	3
3	Разработка и использование имитационных моделей со сложной структурой каналов обслуживания. Применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи.	+	+	+	3

6 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего 34 часов, в т.ч. лекции 17 часов, лабораторные работы 17 часов, практические занятия - часов.

85 % – занятия в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии и тема занятия	Количество часов
2	Л	Лекции – визуализации с использованием пакетов прикладных программ GPSS World, GPSS/PC; приложения Microsoft Office Power Point.	8
2	ЛР	Компьютерная симуляция (моделирование) с использованием пакетов прикладных программ GPSS World, GPSS/PC	17
2	К	Текущий и промежуточный контроль знаний методом тестирования на ПК в компьютерной программе «Тест офис»..	4
Итого:			29

7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Для проведения текущего и промежуточного контроля используются индивидуальные задания по моделированию в ПКП GPSS World и GPSS/PC. Студенты выполняют индивидуальные задания на ПК с последующим самостоятельным анализом полученных ответов, написанием отчетов и индивидуальной защитой отчетов. Текущий контроль – компьютерное тестирование и прием отчетов по выполненным заданиям с ответами на дополнительные вопросы.

7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

При изучении дисциплины «Моделирование в технических системах» самостоятельная работа студентов в основном реализуется в форме домашних заданий по следующим темам:

- разработка моделей с одноканальными устройствами, функционирующими в режиме занятия и освобождения устройства;
- моделирование случайных факторов в среде GPSS World (GPSS/PC);
- разработка моделей систем с многоканальными устройствами в среде GPSS World (GPSS/PC);
- имитационное моделирование сложных систем массового обслуживания;
- применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи.

Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов представлено на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется путем их индивидуальной защиты.

К самостоятельной работе студентов также относится:

- подготовка к тестированию и тестирование при текущем контроле знаний (на образовательном портале);
- подготовка к сдаче зачета методом тестирования в компьютерной программе «Тест офис».

7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

а) вопросы для текущего контроля (пример вопросов для первого раздела)

1. На сколько этапов можно условно разбить процесс моделирования?

1. На два этапа.
2. На три этапа.
3. +На четыре этапа.
4. На пять этапов.

2. Почему процесс моделирования носит циклический характер?

1. +В процессе моделирования производится уточнение исходных данных и с каждым циклом модель совершенствуется.
2. Разные циклы процесса моделирования необходимы для определения функционирования отдельных элементов модели.
3. Циклическость исследования модели позволяет получить графические зависимости функционирования элементов модели в функции времени.
4. Все ответы правильно отражают циклический характер процесса моделирования.

3. К какому классу относятся математические модели?

1. К классу материальных моделей.

2. +К классу идеальных моделей.
3. К классу предметных моделей.
4. К классу расчетных моделей.

4. Какой вид математического моделирования предпочтительнее использовать для моделирования сложных производственных процессов?

1. Аналитическое моделирование.
2. +Имитационное моделирование.
3. Сложность производственного процесса не влияет на выбор вида моделирования.
4. Математическое моделирование не используют для моделирования сложных производственных процессов

5. Какой метод моделирования предпочтительнее применить для апробации уже готовых проектных решений?

1. Аналитическое моделирование.
2. +Имитационное моделирование.
3. Предметное моделирование.
4. Расчетное моделирование.

6. При использовании имитационного моделирования основной его функцией является:

1. +Функция анализа систем.
2. Функция синтеза систем.
3. Основных функций нет.
4. Функция расчета систем.

7. Какую типовую математическую схему применяют для моделирования систем массового обслуживания?

1. А-схему
2. D-схему
3. +Q-схему
4. P, F – схемы

8. При многоканальном обслуживании аппараты обслуживания соединяются:

1. Последовательно.
2. +Параллельно.
3. Выбор соединения произвольный и зависит от цели моделирования.
4. Диаметралью.

9. Общецелевая система моделирования GPSS предназначена:

1. Для аналитического моделирования.
2. +Для имитационного моделирования.
3. Для комбинированного моделирования.
4. Для проведения регрессионного анализа.

10. Какие объекты, при моделировании в системе GPSS, в процессе моделирования перемещаются по модели?

1. Аппараты обслуживания.
2. +Транзакты.
3. Блоки.
4. Единицы модельного времени.

11. В каких случаях можно применить систему моделирования GPSS для решения оптимизационных задач?

1. При проведении многократных прогонов имитационной модели на ЭВМ.
2. При применении специальных оптимизационных алгоритмов.
3. При применении методов теории планирования эксперимента.
4. +Во всех перечисленных случаях.

12. Неоднородность транзактов в модели учитывается с помощью:

1. +Введения классов приоритетов для транзактов.
2. Разделения потоков движения транзактов.
3. Специальных блоков модели.
4. Специальных управляющих карт.

13. Статический приоритет транзактов это:

1. Такой приоритет, который может назначаться и отменяться в процессе моделирования.
2. +Такой приоритет, который назначается заранее и не меняется в процессе моделирования.
3. Когда все транзакты имеют приоритет равный нулю.
4. Когда все транзакты не имеют приоритета.

14. Что в системе GPSS-PC может быть принято за единицу времени?

1. Год, месяц, день.
2. Час, минута, секунда.
3. Специальная единица модельного времени.
4. +Все перечисленные варианты.

15. Основными объектами пакета GPSS-PC являются:

1. Транзакты и блоки.
2. Одноканальные аппараты обслуживания.
3. Многоканальные аппараты обслуживания.
4. Системные часы.

16. В каком случае модель адекватна объекту:

1. +Если результаты моделирования подтверждаются.
2. Если результаты моделирования не подтверждаются.
3. Если модель тождественна объекту.
4. Любая модель не может быть адекватна объекту.

17. При разработке имитационной модели процесс функционирования объекта описывается в виде:

1. Дифференциального уравнения.
2. Интегрального уравнения.
3. +Формализованного алгоритма.
4. Полинома определенной степени.

18. Какой переменной описывается состояние аппарата обслуживания?

1. +Двоичной переменной.
2. Одинарной переменной.
3. Троичной переменной.
4. Имеет постоянное значение.

19. Концептуальная модель это:

1. +Текстовое описание объекта моделирования с числовыми данными.
2. Компьютерная программа для моделирования определенного процесса.
3. Уравнение регрессии.
4. Типовое дифференциальное уравнение.

20. Основные функции программы – симулятора в системе GPSS.

1. Обеспечение заданных программистом маршрутов продвижения транзактов.
2. Планирование событий, происходящих в модели.
3. Сбор статистической информации о функционировании модели.
4. +Все перечисленные функции.

б) задачи для текущего контроля

Задача 1.

Работа магазина: приход покупателей 10 ± 5 мин, обслуживание 12 ± 6 мин. 20 % всех покупателей, придя в магазин и посмотрев товар не стали занимать очередь и ушли в другой магазин. Промоделировать в течение 8 часов, исследовать очередь, определить число обслуженных и ушедших покупателей.

; GPSS/PC Program File MAG1.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *MAG1
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50     GENERATE     10,5
60     TRANSFER     0.2,OSTAL,USHLI
70 OSTAL    QUEUE     OCHER
80     SEIZE        PROD
90     DEPART       OCHER
100    ADVANCE     12,6
110    RELEASE     PROD
120    TERMINATE
130 USHLI    TERMINATE
140 *2SEGMENT-VREMYA
150    GENERATE     480
160    TERMINATE     1

```

170 *CONTROL CARDS

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

	НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ			
	0	480	11	1	0	317280			
№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY				
50	1	GENERATE	50	0	0				
60	2	TRANSFER	50	0	0				
70	OSTAL	QUEUE	39	3	0				
80	4	SEIZE	36	0	0				
90	5	DEPART	36	0	0				
100	6	ADVANCE	36	1	0				
110	7	RELEASE	35	0	0				
120	8	TERMINATE	35	0	0				
130	USHLI	TERMINATE	11	0	0				
150	10	GENERATE	1	0	0				
160	11	TERMINATE	1	0	0				
ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD	36	0.802	10.69	1	48	0	0	0	3
ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY	
ОЧЕР	3	3	39	15	0.46	5.72	9.29	0	

Задача 2.

Условие предыдущей задачи. Из покупателей, ушедших в другой магазин, 50 % решили вернуться обратно и встали в очередь за покупками. Исследовать очередь, определить число пришедших покупателей, число ушедших в другой магазин, число вернувшихся обратно.

```
; GPSS/PC Program File MAG2.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG2
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 GENERATE 10,5
60 TRANSFER 0.2,OSTAL,USHLI
70 USHLI TRANSFER 0.5,VER,NEVER
80 OSTAL QUEUE OCHER
90 SEIZE PROD
100 DEPART OCHER
110 ADVANCE 12,6
120 RELEASE PROD
130 TERMINATE
140 VER QUEUE OCHER
150 SEIZE PROD
160 DEPART OCHER
170 ADVANCE 12,6
180 RELEASE PROD
190 TERMINATE
200 NEVER TERMINATE
210 *2SEGMENT-VREMYA
220 GENERATE 480
230 TERMINATE 1
240 *CONTROL CARDS
```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	18	1	0	315616

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	50	0	0
60	2	TRANSFER	50	0	0
70	USHLI	TRANSFER	11	0	0
80	OSTAL	QUEUE	39	10	0
90	5	SEIZE	29	0	0
100	6	DEPART	29	0	0
110	7	ADVANCE	29	1	0
120	8	RELEASE	28	0	0
130	9	TERMINATE	28	0	0
140	VER	QUEUE	6	0	0
150	11	SEIZE	6	0	0
160	12	DEPART	6	0	0
170	13	ADVANCE	6	0	0
180	14	RELEASE	6	0	0
190	15	TERMINATE	6	0	0
200	NEVER	TERMINATE	5	0	0
220	17	GENERATE	1	0	0
230	18	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD	35	0.914	12.54	1	39	0	0	0	10

ОЧЕР.	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
ОCHER	12	10	45	7	6.02	64.24	76.08	0

Задача 3.

Условие предыдущей задачи. Промоделировать вариант, что в магазине работают два продавца одинаковой квалификации. Исследовать очередь и сделать заключение о работе продавцов.

```

; GPSS/PC Program File MAG3.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG3
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 PROD STORAGE 2
60 GENERATE 10,5
70 QUEUE OCHER
80 ENTER PROD
90 DEPART OCHER
100 ADVANCE 12,6
110 LEAVE PROD
120 TERMINATE
130 *2SEGMENT-VREMYA
140 GENERATE 480
150 TERMINATE 1
160 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	0	1	317664

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	45	0	0
55	2	TRANSFER	45	0	0
56	OUT	TRANSFER	24	0	0
60	OBS	QUEUE	32	0	0
70	5	ENTER	32	0	0
80	6	DEPART	32	0	0
90	7	ADVANCE	32	0	0
100	8	LEAVE	32	0	0
105	9	TERMINATE	32	0	0
110	EXIT	TERMINATE	13	0	0
130	11	GENERATE	1	0	0
140	12	TERMINATE	1	0	0

ОЧЕР.	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
BANK	1	0	32	30	0.01	0.19	3.00	0

Мн.К.АО	КАН.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ВХОДЫ	ГОТ.	СРЕДН.	ЗАГР.	RETRY	DELAY
PROD	2	2	0	2	32	1	0.83	0.415	0	0

Задача 4.

Условие предыдущей задачи (два продавца), но необходимо собрать статистику о работе отдельно каждого продавца (очередь исследовать не нужно). Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания.

```

; GPSS/PC Program File MAG4.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG4
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 GENERATE 10,5
60 TRANSFER BOTH,KASSA1,KASSA2
70 KASSA1 SEIZE PROD1
80 ADVANCE 12,6
90 RELEASE PROD1
100 TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE PROD2
120 ADVANCE 12,6
130 RELEASE PROD2
140 TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160 GENERATE 480

```

170 TERMINATE 1
 180 *CONTROL CARDS

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317424

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	56	0	0
70	KASSA1	SEIZE	29	0	0
80	4	ADVANCE	29	1	0
90	5	RELEASE	28	0	0
100	6	TERMINATE	28	0	0
110	KASSA2	SEIZE	20	0	0
120	8	ADVANCE	20	0	0
130	9	RELEASE	20	0	0
140	10	TERMINATE	20	0	0
160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD1	29	0.689	11.41	1	50	0	0	0	0
PROD2	20	0.491	11.80	1	0	0	0	0	0

Задача 5.

Условие предыдущей задачи (два продавца), но продавцы имеют разную квалификацию: у первого продавца время обслуживания покупателя 12±6 мин, у второго - 8±6 мин. Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания.

; GPSS/PC Program File MAG5.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *MAG5
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 GENERATE 10,5
60 TRANSFER BOTH,KASSA1,KASSA2
70 KASSA1 SEIZE PROD1
80 ADVANCE 12,6
90 RELEASE PROD1
100 TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE PROD2
120 ADVANCE 8,6
130 RELEASE PROD2
140 TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160 GENERATE 480
170 TERMINATE 1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317424

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	52	0	0
70	KASSA1	SEIZE	27	0	0
80	4	ADVANCE	27	1	0
90	5	RELEASE	26	0	0
100	6	TERMINATE	26	0	0
110	KASSA2	SEIZE	22	0	0
120	8	ADVANCE	22	0	0
130	9	RELEASE	22	0	0
140	10	TERMINATE	22	0	0

160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD1	27	0.677	12.04	1	50	0	0	0	0
PROD2	22	0.312	6.82	1	0	0	0	0	0

Задача 6.

Условие предыдущей задачи. Продавцы имеют разную квалификацию: у первого продавца время обслуживания покупателя 8 ± 6 мин, у второго - 12 ± 6 мин. Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания. По ответам на 5 и 6 задачи определить, какого продавца поставить первым, а какого вторым.

```
; GPSS/PC Program File MAG6.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG6
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 GENERATE 10,5
60 TRANSFER BOTH,KASSA1,KASSA2
70 KASSA1 SEIZE PROD1
80 ADVANCE 8,6
90 RELEASE PROD1
100 TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE PROD2
120 ADVANCE 12,6
130 RELEASE PROD2
140 TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160 GENERATE 480
170 TERMINATE 1
180 *CONTROL CARDS
```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.каналАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317392

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	51	0	0
70	KASSA1	SEIZE	32	0	0
80	4	ADVANCE	32	1	0
90	5	RELEASE	31	0	0
100	6	TERMINATE	31	0	0
110	KASSA2	SEIZE	17	0	0
120	8	ADVANCE	17	1	0
130	9	RELEASE	16	0	0
140	10	TERMINATE	16	0	0
160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD1	32	0.516	7.75	1	50	0	0	0	0
PROD2	17	0.425	12.00	1	49	0	0	0	0

Задача 7.

Шлифовка коленвалов: приход вала через 60 ± 50 мин, установка с помощью тельфера 10 ± 5 мин, шлифовка 60 ± 10 мин. Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), исследовать очередь, определить число поступивших и протшлифованных валов, определить загрузку оборудования.

```
; GPSS/PC Program File OTKAZ1.GP. (V 2, # 37349)
10 *VAL
```

```

20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-DETAI
50     GENERATE      60,50
60     QUEUE         BANK
70     SEIZE         TEL
80     DEPART        BANK
90     SEIZE         STAN
100    ADVANCE       10,5
110    RELEASE       TEL
120    ADVANCE       60,10
130    RELEASE       STAN
140    TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160    GENERATE      480
170    TERMINATE     1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	120000	12	2	0	286546

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	2007	0	0
60	2	QUEUE	2007	289	0
70	3	SEIZE	1718	0	0
80	4	DEPART	1718	1	0
90	5	SEIZE	1717	0	0
100	6	ADVANCE	1717	0	0
110	7	RELEASE	1717	0	0
120	8	ADVANCE	1717	1	0
130	9	RELEASE	1716	0	0
140	10	TERMINATE	1716	0	0
160	11	GENERATE	250	0	0
170	12	TERMINATE	250	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TEL	1718	0.997	69.71	1	1933	0	0	0	289
STAN	1717	0.999	69.82	1	1932	0	0	0	1

ОЧЕР.	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
BANK	290	289	2007	5	151.37	9050.77	9073.37	0

Задача 8.

В дополнение к условию предыдущей задачи известна статистика по отказам станка: поломка происходит через 15 ± 8 часов, время на устранение отказа 4 ± 2 часа.

Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), исследовать очередь, определить число поступивших и прошлифованных валов, определить загрузку оборудования, сколько было поломок у станка и сколько времени затратили на ремонты.

; GPSS/PC Program File ОТКАЗ2.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *VAL
20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-DETAI
50     GENERATE      60,50
60     QUEUE         BANK
70     SEIZE         TEL
80     DEPART        BANK
90     SEIZE         STAN
100    ADVANCE       10,5
110    RELEASE       TEL
120    ADVANCE       60,10
130    RELEASE       STAN

```

```

140          TERMINATE
150 *2SEGMENT-ОТКАЗИ
160          GENERATE      900,480
170          GATE U        STAN
180          FUNAVAIL      STAN
190          SEIZE         RABOCH
200          ADVANCE       240,120
210          FAVAIL       STAN
220          RELEASE       RABOCH
230          TERMINATE
240 *3SEGMENT-VREMYA
250          GENERATE      480
260          TERMINATE     1
270 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349)

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канал	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	120000	20	3	0	231560

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	2019	0	0
60	2	QUEUE	2019	751	0
70	3	SEIZE	1268	0	0
80	4	DEPART	1268	1	0
90	5	SEIZE	1267	0	0
100	6	ADVANCE	1267	0	0
110	7	RELEASE	1267	0	0
120	8	ADVANCE	1267	1	0
130	9	RELEASE	1266	0	0
140	10	TERMINATE	1266	0	0
160	11	GENERATE	133	0	0
170	12	GATE	133	0	0
180	13	FUNAVAIL	133	0	0
190	14	SEIZE	133	0	0
200	15	ADVANCE	133	0	0
210	16	FAVAIL	133	0	0
220	17	RELEASE	133	0	0
230	18	TERMINATE	133	0	0
250	19	GENERATE	250	0	0
260	20	TERMINATE	250	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TEL	1268	0.998	94.47	1	1509	0	0	0	751
STAN	1400	0.998	63.17	1	1507	0	0	0	1
RABOCH	133	0.261	236.27	1	0	0	0	0	0

ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
BANK	751	751	2019	4	377.35	22428.23	22472.75	0

Задача 9.

В дополнение к условию предыдущей задачи известно: купили новый станок и запустили его в работу, старый также продолжает работать. У нового станка поломки в течение года не было, а старый ломался с той же периодичностью.

Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), определить число поступивших и прошлифованных каждым станком валов, определить загрузку оборудования, сколько было поломок у старого станка и сколько времени затратили на ремонты.

Сделать заключение о целесообразности дальнейшей эксплуатации старого станка.

```

; GPSS/PC Program File ОТКАЗ3.GP. (V 2, # 37349)
10 *VAL
20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-ДЕТАЛИ

```



```

50      GENERATE      60,50
60      QUEUE        BANK
70      SEIZE        TEL
80      DEPART       BANK
90      TRANSFER     BOTH,NOVSTAN,STSTAN
100    NOVSTAN      SEIZE      NOV
110     ADVANCE     10,5
120     RELEASE     TEL
130     ADVANCE     60,10
140     RELEASE     NOV
150     TERMINATE
160    STSTAN      SEIZE      STAR
170     ADVANCE     10,5
180     RELEASE     TEL
190     ADVANCE     60,10
200     RELEASE     STAR
210     TERMINATE
220    *2SEGMENT-ОТКАЗИ
230     GENERATE     900,480
240     GATE U      STAR
250     FUNAVAIL    STAR
260     SEIZE       RABOCH
270     ADVANCE     240,120
280     FAVAIL     STAR
290     RELEASE     RABOCH
300     TERMINATE
310    *3SEGMENT-VREMYA
320     GENERATE     480
330     TERMINATE   1
340    *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ		КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ			
0		120000	27	4	0	314578			
№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY				
50	1	GENERATE	2010	0	0				
60	2	QUEUE	2010	0	0				
70	3	SEIZE	2010	0	0				
80	4	DEPART	2010	0	0				
90	5	TRANSFER	2926	0	0				
100	NOVSTAN	SEIZE	1223	0	0				
110	7	ADVANCE	1223	0	0				
120	8	RELEASE	1223	0	0				
130	9	ADVANCE	1223	1	0				
140	10	RELEASE	1222	0	0				
150	11	TERMINATE	1222	0	0				
160	STSTAN	SEIZE	787	0	0				
170	13	ADVANCE	787	0	0				
180	14	RELEASE	787	0	0				
190	15	ADVANCE	787	0	0				
200	16	RELEASE	787	0	0				
210	17	TERMINATE	787	0	0				
230	18	GENERATE	134	0	0				
240	19	GATE	134	0	0				
250	20	FUNAVAIL	134	0	0				
260	21	SEIZE	134	0	0				
270	22	ADVANCE	134	0	0				
280	23	FAVAIL	134	0	0				
290	24	RELEASE	134	0	0				
300	25	TERMINATE	134	0	0				
320	26	GENERATE	250	0	0				
330	27	TERMINATE	250	0	0				
ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TELF	2010	0.525	31.38	1	0	0	0	0	0
NOV	1223	0.711	69.78	1	2395	0	0	0	0

STAR	920	0.619	59.44	1	0	0	0	0	0
RAB	134	0.263	236.40	1	0	0	0	0	0
ОЧЕР.	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY	
ОСНЕР	11	0	2010	1236	0.74	44.10	114.53	0	

7.3 Вопросы для зачета

Вопросы и задачи для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины - вопросы и задачи для зачета.

а) вопросы для промежуточного контроля

- 1 На сколько этапов можно условно разбить процесс моделирования?
- 2 Почему процесс моделирования носит циклический характер?
- 3 К какому классу относятся математические модели?
- 4 Какой вид математического моделирования предпочтительнее использовать для моделирования сложных производственных процессов?
- 5 Какой метод моделирования предпочтительнее применить для апробации уже готовых проектных решений?
- 6 При использовании имитационного моделирования основной его функцией является:
- 7 Какую типовую математическую схему применяют для моделирования систем массового обслуживания?
- 8 При многоканальном обслуживании аппараты обслуживания соединяются:
- 9 Общецелевая система моделирования GPSS предназначена:
- 10 Какие объекты, при моделировании в системе GPSS, в процессе моделирования перемещаются по модели?
- 11 В каких случаях можно применить систему моделирования GPSS для решения оптимизационных задач?
- 12 Неоднородность транзактов в модели учитывается с помощью:
- 13 Статический приоритет транзактов это:
- 14 Что в системе GPSS-PC может быть принято за единицу времени?
- 15 Основными объектами пакета GPSS-PC являются:
- 16 В каком случае модель адекватна объекту:
- 17 При разработке имитационной модели процесс функционирования объекта описывается в виде:
- 18 Какой переменной описывается состояние аппарата обслуживания?
- 19 Концептуальная модель это:
- 20 Основные функции программы – симулятора в системе GPSS.
- 21 Динамическими объектами в системе GPSS являются:
- 22 Операционными объектами в системе GPSS являются:
- 23 Статистическими объектами в системе GPSS являются:
- 24 Если два транзакта ожидающие обслуживания имеют одинаковый приоритет, то какой из них поступит на обслуживание первым?
- 25 Поясните назначение блока GENERATE в системе GPSS.
- 26 Что определяет операнд А блока GENERATE?
- 27 Что определяет операнд В блока GENERATE?
- 28 Поясните назначение блока TERMINATE в системе GPSS.
- 29 Поясните назначение блока ADVANCE в системе GPSS.
- 30 Что определяет операнд А блока ADVANCE?
- 31 Что определяет операнд В блока ADVANCE?
- 32 Какие действия реализуют блоки SEIZE и RELEASE?
- 33 Какие действия реализуют блоки QUEUE и DEPART?
- 34 В каком блоке транзакты задерживаются в ожидании обслуживания, если возникает очередь?

- 35 В модели за единицу модельного времени принята 1 минута, через сколько минут завершится моделирование, если сегмент время имеет следующую запись:
GENERATE 360
TERMINATE 1
START 10
- 36 В модели за единицу модельного времени принята 1 минута, через сколько минут завершится моделирование, если сегмент время имеет следующую запись:
GENERATE 60
TERMINATE 1
START 8
- 37 Какая управляющая карта может использоваться для моделирования установившегося режима работы оборудования?
- 38 Какие действия реализует блок SPLIT?
- 39 Что позволяет выполнить блок LINK?
- 40 Что позволяет выполнить блок UNLINK?
- 41 Что позволяет выполнить блок ASSEMBLE?
- 42 Что позволяет выполнить блок FUNAVAIL?
- 43 Что позволяет выполнить блок FAVAIL?
- 44 Какой блок в модели может проверить доступен ли в данный момент определенный аппарат обслуживания.
- 45 Что определяет операнд A блока ASSEMBLE?
- 46 Каким способом можно промоделировать работу оборудования на предприятии одновременно за две смены продолжительностью по 8 часов каждая:
- 47 Каким способом можно промоделировать работу оборудования на предприятии отдельно только за вторую смену продолжительностью 8 часов, учитывая, что в первую смену предприятие тоже работало:
- 48 Что позволяет выполнить блок TRANSFER?
- 49 Что позволяет выполнить блок PREEMPT?
- 50 Что позволяет выполнить блок RETURN?
- 51 Какие действия реализуют блоки ENTER и LEAVE?
- 52 Что определяет операнд A карты STORAGE?
- 53 Поясните назначение карты STORAGE в системе GPSS.
- 54 Что определяет операнд A блока ENTER?
- 55 Что определяет операнд A блока LEAVE?
- 56 Какие действия реализуют блоки PREEMPT и RETURN?
- 57 Какие действия реализует блок GATE?
- 58 Дайте определение модели. Приведите примеры.
- 59 Дайте классификацию моделей.
- 60 Чем отличаются математические и имитационные модели?
- 61 Какие задачи решаются при построении уравнения регрессии?
- 62 Какие требования предъявляются к факторам, включаемым в уравнение регрессии?
- 63 Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?
- 64 Назовите этапы создания модели.
- 65 Поясните суть концептуальной модели.
- 66 Что такое адекватность модели?
- 67 Что такое планирование экспериментов?
- 68 Что такое планирование имитационных экспериментов по градиенту?
- 69 Дайте определение интервала варьирования.
- 70 В чем разница между аналитической и имитационной моделями?
- 71 Что такое вычислительный или компьютерный эксперимент?
- 72 Перечислите этапы (задачи этапов) компьютерного моделирования.
- 73 Поясните различие между модельным и реальным временем.

- 74 Перечислите элементы имитационной модели.
 75 Дайте определение имитационному моделированию.
 76 Какие средства программирования можно использовать для имитационного моделирования?
 77 Можно ли совместить в одной модели аналитические и имитационные подходы в моделировании?

б) задачи для промежуточного контроля

1 Базовый модуль программы «Модель работы зерносушильного пункта»

Построить модель работы зерносушильного пункта. Автомобили ГАЗ-3507 привозят зерно от комбайнов на зерносушильный пункт с интервалом 30 ± 10 минут, грузоподъемность автомобиля 3,5 тонны. Зерно выгружается в приемный бункер сушильного комплекса (объем бункера 25 м^3 , плотность зерна $0,7 \text{ т/м}^3$). Загрузочная нория производительностью 10 ± 2 т/час подает зерно на сушку. Производительность сушилки 8 ± 3 т/ч. Из сушилки зерно выгружается выгрузной норией производительностью 10 ± 2 т/час. Сушильный пункт в течение дня работает в две смены, $T_{\text{см}}=7$ часов.

Промоделировать работу сушильного пункта отдельно в первую и во вторую смену. Оценить степень загрузки нории и сушилки. Определить количество зерна, поступающее в течение дня. Исследовать достаточность емкости приемного бункера для обеспечения сбора и хранения поступающего зерна в течение дня.

Текст моделирующей программы

```

10 * ZSP
20 *issl.rab.oborud
30 *rabota 1
40 *popov
50 * 1 segment - zerno
60          GENERATE      1800,600
70          SPLIT        34,MET1
80 MET1     LINK          BUNK,FIFO,MET2
90 MET2     SEIZE         NOR1
100         ADVANCE      85,35
110         UNLINK       BUNK,MET2,1
120         SEIZE        SUSH
130         RELEASE      NOR1
140         ADVANCE      52,20
150         SEIZE        NOR2
160         RELEASE      SUSH
170         ADVANCE      38,8
180         RELEASE      NOR2
190         ASSEMBLE     35
200         TERMINATE
210 * 2 segment - time
220         GENERATE     25200
230         TERMINATE   1
240 * control cards
START      1
RESET
START      1
END

```

2 Изменение направления продвижения транзактов

В дополнение к условию предыдущей задачи (базовый модуль) известно, что на существующем ЗСП необходимо провести сортировку высушенного зерна. Поэтому к базовому модулю программы необходимо добавить подпрограмму разделения зерна на фракции, составленную в соответствии с вариантом задания.

Выполнить моделирование работы сушильного пункта во вторую смену и дать анализ его работы.

Варианты заданий

Вариант №1

При сушке зерна получается 80% качественного семенного зерна за один проход. Из оставшихся 20%: половина уходит на фураж, а вторую половину требуется отправить на повторную сушку. Из семенного зерна: 30% продано государству, остальное оставлено на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №2

После сушки зерна произвели его очистку и при проходе через семяочистительные машины отбраковали 5% этого зерна и отправили в отходы. Из оставшегося зерна получили 70% качественного семенного, которое поровну распределили в два склада (склад №1 и склад №2).

Остальное зерно пустили на фуражные цели: 15% отправили на мельницу для размола, остальное положили в склад фуражного зерна.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №3

При сушке семенного зерна получается 80% качественного семенного зерна за один проход. Из оставшихся 20%: половина уходит на фураж, а вторую половину требуется отправить на повторную сушку. Семенное зерно размещают в два склада: 40% в склад №1, остальное в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №4

После сушки семенного зерна на машинах вторичной очистки было выделено 30% фуражного зерна. Далее из оставшегося зерна на триерном блоке дополнительно было выделено 10% фуража. Семенное зерно разделили на две части: 60% оставили на складе в своем хозяйстве, остальное продали в соседнее хозяйство.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №5

При сушке семенного зерна на ЗСП 30% от общего потока зерна требуется повторная сушка. Полученное сухое зерно разделяют на семенное и фуражное. Фуражное выделяют 40%. Из семенного зерна 80% оставляют на своем складе, остальное продают в соседнее хозяйство. Фуражное зерно отправляют на фуражный склад.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №6

При сушке семенного зерна из-за нарушения технологического режима отбраковали 10% зерна. Половину из этого зерна отправили на корм скоту, а вторую половину на повторную сушку. Из семенного зерна 40% отправили в склад №1, а остальное в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №7

При сушке семенного зерна произошло нарушение технологического процесса и поэтому 40% от общего количества зерна пришлось отправить на повторную сушку.

После сушки произвели сортировку зерна и получили 80% качественного семенного и 20% фуражного зерна. Из семенного 60% отправили в склад №1, остальное в склад №2. Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №8

При сушке зерна на ЗСП 60% от общего объема было отправлено на фуражный склад. Оставшееся зерно пропустили через зерноочистительные машины и получили: 70% качественного семенного зерна и 30% фуража. Из семенного зерна 40% продали, остальное оставили на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №9

В результате контроля высушенного семенного зерна было отбраковано 30% от общего количества (зерно было пересушено). 40% из отбракованного отправили на корм скоту в свое хозяйство, а из оставшегося 60% продали государству и 40% в соседнее хозяйство. Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №10

Из общего количества зерна обработанного на ЗСП в течение двух смен (по 7 часов каждая) получили: 70% качественного семенного и 30% фуражного. Из семенного зерна 40% продали государству, остальное оставили на своем складе. Из фуражного 30% отправили на мельницу для размола, а 70% положили на склад фуражного зерна.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №11

Из зерна поступающего на ЗСП 30% имеет повышенную влажность и требует повторной сушки.

В результате сушки получают 70% качественного семенного зерна и 30% фуража. 40% из семенного зерна продают, остальное оставляют на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №12

После сушки зерна произвели его очистку. При проходе через семяочистительные машины 10% ушло в отходы. Из оставшегося зерна получили 60% качественного семенного, остальное зерно отправили на мельницу для размола на комбикорм.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №13

При сортировке высушенного зерна 30% отправили на фураж. Из семенного зерна 40% продали в соседнее хозяйство, остальное семенное зерно заложили на хранение: 40% в склад №1 и 60% в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №14

При сортировке высушенного зерна получили 70% качественного семенного зерна, а остальное фураж. Из фуражного зерна 20% отправили на мельницу для размола на комбикорм, остальное положили в склад фуражного зерна. Из семенного зерна 30% продали государству, остальное оставили на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

3 Контроль качества, переналадка оборудования и моделирование многоканальных устройств

В дополнение к условию предыдущей задачи (базовый модуль) известно, что на существующем ЗСП необходимо ввести контроль качества сушки зерна. Произвольно отбирается из каждой тонны высушенного зерна $A\%$ и лаборантом или оператором производится его анализ. Контроль проводится любым свободным лаборантом, а если их нет, то любым свободным оператором. Время на проведение анализа T_1 .

В результате контроля выявлено, что процент брака достигает $B\%$. При появлении брака необходимо произвести переналадку оборудования. Переналадка производится любым свободным оператором. Число операторов и время переналадки T_2 задано в задании.

Из отбракованного зерна $C\%$ можно отправить на фураж, остальное на повторную сушку. Из семенного зерна $D\%$ продать, остальное отправить на склад.

К базовому модулю программы необходимо добавить подпрограмму, составленную в соответствии с вариантом задания и промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов, дать анализ его работы.

Варианты заданий

Вариант	Количество лаборантов, чел	Количество операторов, чел	A, %	B, %	C, %	D, %	T ₁ , мин	T ₂ , мин
1	1	2	10	20	70	30	5±2	4±3
2	2	3	6	10	80	40	4±3	6±4
3	3	3	10	15	90	50	6±4	4±2
4	0	2	5	25	60	35	5±1	5±2
5	1	1	8	10	80	45	5±3	6±2
6	2	2	7	15	50	20	6±4	4±3
7	0	1	5	10	60	50	4±2	6±4
8	1	2	4	5	70	30	4±3	5±3
9	2	3	10	10	80	40	6±2	5±1
10	0	1	5	5	90	50	5±2	5±2
11	1	1	10	8	100	20	4±3	4±2
12	2	2	12	10	80	10	6±4	5±3
13	0	1	7	15	90	30	5±3	6±4
14	1	1	8	20	70	40	4±2	5±1
15	2	2	10	10	60	20	5±3	6±2
16	1	2	6	18	75	30	5±2	4±2
17	3	3	8	10	80	40	4±3	6±2

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература

1. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468919> (дата обращения: 21.12.2021).

2. Вьюненко, Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Текст : электронный // Образовательная

платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468997> (дата обращения: 21.12.2021).

3. Моделирование в технических системах: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2020. - 90 с. – Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/622/download>

4. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Градов [и др.]. - Электрон.дан. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 268 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1062639>

5. Сосновиков, Г.К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. – Москва : ФОРУМ : ИНФА–М, 2020. - 112 с. - Внешняя ссылка: <https://new.znanium.com/read?id=355035>

6. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 295 с. - Внешняя ссылка: <https://booksee.org/book/599081>

8.2 Дополнительная литература

1. Девятков, В.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Девятков, Т. В. Девятков, М. В. Федотов ; под ред. В. В. Девяткова. - Электрон.дан. - М. : Вузовский учебник : Инфра-М, 2019. - 283 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1017978> .

2. Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2020. - 56 с. - Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/608/download>

3. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс]: Учебник.- 2-изд./испр и доп.-СПб.: Издательство «Лань», 2014.-384 с. - Внешняя ссылка: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656

4. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты/ Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин// Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 4. С. 29–30.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660010. Имитационная модель досушивания рулонов льнотресты / Шушков Р.А., Кузнецов Н.Н., Вершинин В.Н.; № 2014617810, заявлено 04.08.2014; бюл. № 10 (96) 2014, 20.10.2014.

6. Таранцев, А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. - 175 с. - Внешняя ссылка: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003412695>

7. Учебное пособие по GPSS World. /Перевод с английского/.- Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002.

8. Шеннон, Р.Дж. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. М.: Мир, 1978г. - 418 с.

9. Шрайбер, Т. Дж. Моделирование на GPSS. М.: Машиностроение, 1980. - 592 с.

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при проведении научно-исследовательской работы, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010

STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

в т.ч. отечественное

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.

1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)

Project Expert 7 (Tutorial) for Windows

СПС КонсультантПлюс
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный
Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:
OpenOffice
LibreOffice
7-Zip
Adobe Acrobat Reader
Google Chrome
в т.ч. отечественное
Яндекс.Браузер

Информационные справочные системы

- [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

Профессиональные базы данных

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Научометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mex.ru/> (Открытый доступ)

Электронные библиотечные системы:

- электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC,
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>,
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>,
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>,
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>,
- электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО),
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 4205 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы – 35, стулья – 75, доска меловая, кафедра. Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7

Professional Лицензии 49230531, Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554 Кабинет № 71 - 164,2 м².

Учебная аудитория 4202 Компьютерный класс. Оснащенность: Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16. Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет. Программное обеспечение: Microsoft Windows XP Лицензия 17997859 Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554 Consultant Plus Лицензия 426324, 511546, система параллельного вождения: НК "Агронавигатор плюс"+ Тренажер – симулятор; Кабинет № 39 - 60,7 м².

Учебная аудитория 4203 Компьютерный класс. Оснащенность: Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16; Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет. Программное обеспечение: Microsoft Windows XP Лицензия 17997859 Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554 Consultant Plus Лицензия 426324, 511546, система параллельного вождения: НК "Агронавигатор плюс"+ Тренажер – симулятор; Кабинет № 34 - 63,1 м².

10 Обеспечение образования для лиц с ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

10 Карта компетенций дисциплины

Моделирование в технических системах (направление подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия»)					
Цель дисциплины	получение базовых знаний и формирование основных навыков по методам построения математических моделей для решения прикладных технических задач; освоение практических методов и современных технологий машинного моделирования.				
Задачи дисциплины	- изучение общих вопросов теории моделирования, знакомство с методами анализа и принципами подхода к моделированию; - освоение методов имитационного моделирования и изучение системы имитационного моделирования; - приобретение практических навыков построения имитационных моделей и освоение методов обработки результатов моделирования.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-3	Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ИД-1 <small>ОПК-3</small> . Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии. ИД-2 <small>ОПК-3</small> . Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; тестирование в компьютерной программе «Тест офис». Устный ответ	Пороговый (удовлетворительный) От 51-64 баллов Анализирует методы и способы математического моделирования при разработке новых технологий в агроинженерии. Продвинутый (хорошо). От 65-84 баллов Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии. Высокий (отлично). От 85-100 баллов Владеет инструментами моделирования технических систем при разработке новых технологий в агроинженерии.
Профессиональные компетенции					
ПК-18	Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оценивать риски от их внедрения	ИД 1 <small>ПК-18</small> . Демонстрирует знания эксплуатационных показателей и методов их повышения при эксплуатации сельскохозяйственной техники ИД 2 <small>ПК-18</small> . Осуществляет разработку способов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники ИД 3 <small>ПК-18</small> . Оценивает экономические риски от внедрения новых методов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; тестирование в компьютерной программе «Тест офис». Устный ответ	Пороговый (удовлетворительный) От 51-64 баллов Демонстрирует знания технологии и организации механизированных сельскохозяйственных работ, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, необходимые для сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования технологий и технологических процессов в области агроинженерии. Продвинутый (хорошо). От 65-84 баллов Определяет источники, осуществляет поиск

					<p>и анализ информации, необходимой для составления перспективных планов организации, умеет находить и рассчитывать параметры, знание которых необходимо для воплощения концептуальной модели процесса в математическую модель.</p> <p>Высокий (отлично). От 85-100 баллов</p> <p>Производит расчеты потребности организации в сельскохозяйственной технике, количества технических обслуживаний сельскохозяйственной техники, числа и состава специализированных звеньев для их проведения, владеет методами математического анализа при обработке полученных данных при проектировании и расчете технологий и технологических процессов</p>
--	--	--	--	--	--

ПК-26	Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации сельскохозяйственного производства	<p>ИД 1 ПК-26. Демонстрирует знания методик проведения научных исследований, определения объекта и предмета исследований.</p> <p>ИД 2 ПК-26. Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области механизации, сельскохозяйственного производства с использованием известных методик.</p> <p>ИД 3 ПК-26. Анализирует результаты проведенных научных исследований и формулирует выводы.</p>	<p>Лекции</p> <p>Лабораторные работы</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА;</p> <p>тестирование в компьютерной программе «Тест офис»;</p> <p>устный ответ с представлением стандартного компьютерного отчета по выполненной работе.</p>	<p>Пороговый (удовлетворительный) От 51-64 баллов</p> <p>Демонстрирует знания технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции и передового опыта в области эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции и владение методами построения математических моделей типовых профессиональных задач.</p> <p>Продвинутый (хорошо). От 65-84 баллов</p> <p>Определяет источники, осуществляет поиск и анализ информации, необходимые для проектирования технологических процессов, разрабатывает методику проведения вычислительного эксперимента на ЭВМ и определяет методы исследования математических моделей.</p> <p>Высокий (отлично). От 85-100 баллов</p> <p>Разрабатывает маршрутную и операционную технологии для достижения заданной цели организует серию модельных экспериментов и интерпретирует полученные результаты, увязывая их с соответствующими технологиями.</p>
-------	---	---	--	---	--