

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

Инженерный факультет

Кафедра «Энергетические средства и технический сервис»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Вологда – Молочное  
2020

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль подготовки: Машины и аппараты пищевых производств

Разработчик:  
к.т.н., доцент  Берденников Евгений Алексеевич

Программа одобрена на заседании кафедры «Энергетические средства и технический сервис» от 3 июня 2020, протокол № 9.

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент  Бирюков Александр Леонидович

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета от 26 июня 2020 года, протокол № 10.

Председатель методической комиссии,  
к.т.н., доц.  Берденников Евгений Алексеевич

## 1 Цели и задачи дисциплины

*Цель* – формирование знаний и умений у будущих специалистов в области анализа и синтеза типовых механизмов и их систем.

*Задачи:*

- изучение общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики, динамики типовых механизмов и их систем.
- получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к базовой части основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.Б.20.02.

Освоение учебной дисциплины «Теория механизмов и машин» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как: «Физика», «Математика», «Теоретическая механика».

К числу входных знаний, навыков и готовностей студента, приступающего к изучению дисциплины «Теория механизмов и машин», должны относиться:

- владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- владение основными понятиями физики, математики, теоретической механики;
- умение логически мыслить.

Дисциплина «Теория механизмов и машин» является базовой для последующего изучения дисциплин: «Детали машин и основы конструирования», «Подъемно-транспортные машины», «Технологическое оборудование молочной отрасли», подготовки к итоговой государственной аттестации. Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, являются базой для эффективного прохождения производственной практики и выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Теория механизмов и машин» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - владение достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером

ПК-1 – способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

ПК-3 – способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.

## 4 Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

### 4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Всего
--------------------	-------	-------

	очно	3	4	заочно
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	34	34	14
в том числе:				
Лекции (Л)	36	17	19	8
Лабораторные работы (ЛР)	19		19	
Практические работы (ПР)	17	17		6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	81	74	7	157
Вид промежуточной аттестации		Зачет	Экзамен	
Контроль	27		27	9
Общая трудоемкость, часы	180	108	72	180
Зачетные единицы	5	3	2	5

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### *Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения ТММ*

Введение. Основные определения и понятия ТММ. Структурная и кинематическая схема механизма. Условные обозначения кинематических пар и звеньев. Классификация механизмов. Степень подвижности механизмов. Структурные формулы плоских, клиновых, пространственных механизмов.

### *Раздел 2. Структурный анализ механизмов*

Структурная классификация плоских механизмов по Ассуру-Артоболовскому. Группа, признаки группы. Виды групп плоских механизмов. Класс и порядок механизма, формула строения механизма.

### *Раздел 3. Кинематическое исследование механизмов*

Основные задачи кинематического исследования рычажных механизмов. Определение положений звеньев. Построение траекторий точек. Определение скоростей и ускорений методом планов (шарнирный четырехзвенник). Свойства планов скоростей и ускорений. Графические методы кинематического исследования. Кинематические диаграммы перемещений, скоростей, ускорений. Графическое дифференцирование методом хорд. Кинематическое исследование кулисного механизма методом планов.

### *Раздел 4. Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач*

Зубчатые передачи. Их классификация. Кинематика простой зубчатой передачи цилиндрическими колесами. Кинематика ступенчатой передачи с промежуточными колесами. Геометрия нулевого цилиндрического колеса. Параметры зубчатого колеса. Теория зацепления двух зубчатых колес. Основная теорема зацепления.

### *Раздел 5. Эвольвентная зубчатая передача*

Процесс зацепления. Эвольвента и ее свойства. Точка зацепления. Линия зацепления. Практическая и теоретическая линия зацепления. Рабочие профили зубьев. Сопряженные точки. Дуга зацепления, коэффициент перекрытия. Подрез зубьев. Способы ликвидации подреза зубьев. Методы нарезания зубьев колес с эвольвентными профилями.

### *Раздел 6. Трение*

Трение. Сила трения. Виды трения. Полезное и вредное трение. Сухое трение скольжения. Основные законы сухого трения скольжения. Трение скольжения в поступательной паре с горизонтальной направляющей, на наклонных направляющих (плоский и клиновой ползун). Трение в резьбе. Трение качения.

### *Раздел 7. Коэффициент полезного действия машин*

Коэффициент полезного действия машин. КПД наклонной плоскости. КПД винтовых передач.

#### *Раздел 8. Динамика. Силовой расчет механизмов*

Динамика механизмов и машин. Силовой расчет механизмов. Основная задача силового расчета. Условие статической определимости кинематической цепи. Определение сил инерции и весов звеньев. Силовой расчет шарнирного четырехзвенника. Силовой расчет группы. Определение давлений в парах. Силовой расчет начального звена. Определение уравновешивающего усилия. Теорема Жуковского о жестком рычаге. Проверка результатов силового расчета шарнирного четырехзвенника с помощью рычага Жуковского.

#### *Раздел 9. Метод приведенных величин*

Движение механизма под действием заданных сил. Метод приведенных величин. Приведенный момент сил. Приведенный момент инерции механизма.

#### *Раздел 10. Энергетический баланс машины*

Время движения машины. Энергетический баланс машины. Виды уравнений движения машины Интегрирование уравнения движения машины в дифференциальной форме. Графическое определение величины работы момента, заданного графиком в осях  $M, \varphi$ . Графическое интегрирование методом площадей.

#### *Раздел 11. График энергомасс*

Графический метод определения угловой скорости звена приведения машины. Определение угловой скорости звена приведения машины по графику энергомасс методом Виттенбауэра.

#### *Раздел 12. Расчет маховика*

Регулирование хода машины. Уменьшение размаха колебаний угловой скорости машины с помощью маховика. Коэффициент неравномерности хода машины. Определение момента инерции маховика по графику энергомасс (метод Виттенбауэра). Размеры и масса маховика.

#### *Раздел 13. Регуляторы. Уравновешивание механизмов*

Регулирование непериодических колебаний угловой скорости вала машины. Всережимные центробежные регуляторы, принцип действия, устройство. Уравновешивание механизмов. Уравновешивание вращающихся масс. Статическая и динамическая уравновешенность.

#### *Раздел 14. Практическое уравновешивание механизмов*

Практическое уравновешивание вращающихся масс на установках. Статическое уравновешивание. Динамическое уравновешивание (динамическая балансировка). Станок системы Шитикова. Расчетное определение величины и положения противовесов для точечных вращающихся масс с известным их расположением. Уравновешивание вращающихся масс, центры которых расположены в одной плоскости, содержащей ось вала. Статическое уравновешивание рычажных механизмов.

#### *Раздел 15. Кулачковые механизмы*

Кулачковые механизмы, их классификация, достоинства и недостатки. Кинематическое исследование кулачковых механизмов. Проектирование вращающихся кулачков по заданному закону перемещения толкателя, минимальному радиусу кулачка, эксцентриситету (на примере аксиального кулачкового механизма).

### **4.3. Разделы дисциплины и вид занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	СРС	Контроль	Всего
1	Введение. Основные понятия и определения ТММ	2	2	–	6		10

2	Структурный анализ механизмов	2	2	2	6		12
3	Кинематическое исследование механизмов	4	4	–	8		16
4	Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач	2	2	–	6		10
5	Эвольвентная зубчатая передача	2	2	2	6		12
6	Трение	2	2	-	6		10
7	Коэффициент трения полезного действия машин	2	3	2	6		13
8	Динамика. Силовой расчет механизмов	4	–	2	6		12
9	Метод приведенных величин	2	–	2	4		8
10	Энергетический баланс машины	2	–	–	4		6
11	График энергомасс	2	–	–	4		6
12	Расчет маховика	4	–	3	6		13
13	Регуляторы. Уравновешивание механизмов.	2	–	–	4		6
14	Практическое уравновешивание механизмов	2	–	4	4		10
15	Кулачковые механизмы	2	–	2	5		9
16	Контроль					27	27
	Итого:	36	17	19	81	27	180

### 5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п.п.	Разделы, темы дисциплины	Профессиональные компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-1	ПК-3	
1	Введение. Основные понятия и определения ТММ	+	-	1
2	Структурный анализ механизмов	+	+	2
3	Кинематическое исследование механизмов	+	+	2
4	Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач	+	+	2
5	Эвольвентная зубчатая передача	+	+	2
6	Трение	+	+	2
7	Коэффициент трения полезного	+	+	2

	действия машин			
8	Динамика. Силовой расчет механизмов	+	+	2
9	Метод приведенных величин	+	+	2
10	Энергетический баланс машины	+	+	2
11	График энергомасс	+	+	2
12	Расчет маховика	+	+	2
13	Регуляторы. Уравновешивание механизмов.	+	+	2
14	Практическое уравновешивание механизмов	+	+	2
15	Кулачковые механизмы	+	+	2

## 6 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего 72 часа, в т.ч. лекции - 36 часа, лабораторные работы - 19 часов, практические занятия –17 часов.

34 часа (47 %) – занятий в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия	Наименование темы	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 1.</i> Степень подвижности механизмов	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 2.</i> Структурный анализ плоских рычажных механизмов	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 3.</i> Кинематическое исследование кривошипно-ползунного механизма методом планов	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 4.</i> Кинематическое исследование кривошипно-ползунного механизма методом графиков	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 5.</i> Кинематическое исследование планетарных передач аналитическим и графическим методом	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 6.</i> Геометрия зубчатого зацепления	«Мозговой штурм»	2

3	ПЗ	<i>Практическое занятие 7.</i> Трение	«Мозговой штурм»	2
3	ПЗ	<i>Практическое занятие 8.</i> Определение КПД	«Мозговой штурм»	3
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 1.</i> Структурный анализ плоского рычажного механизма	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 2.</i> Профилирование зубьев колес методом обката	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 3.</i> Определение коэффициента трения в паре винт-гайка. Определение КПД винтовой пары	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 4.</i> Определение КПД установки, содержащей червячный редуктор	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 5.</i> Силовой расчет кривошипно- ползунного механизма	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 6.</i> Определение приведенного момента инерции рычажного механизма	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 7.</i> Расчет маховика	Тренинг	2
4	ЛР	<i>Лабораторная работа 8.</i> Балансировка ротора	Тренинг	3
итого				34

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

**7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Введение. Основные понятия и определения ТММ	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
2	Структурный анализ механизмов	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос



3	Кинематическое исследование механизмов	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
4	Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
5	Эвольвентная зубчатая передача	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
6	Трение	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
7	Коэффициент трения полезного действия машин	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
8	Динамика. Силовой расчет механизмов	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
9	Метод приведенных величин	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
10	Энергетический баланс машины	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
11	График энергомасс	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
12	Расчет маховика	Подготовка к ЛР, разбор	Работа с лекционным материалом, основной и	устный опрос

		ситуационных задач	дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	
13	Регуляторы. Уравновешивание механизмов.	Разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	устный опрос
14	Практическое уравновешивание механизмов	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
15	Кулачковые механизмы	Подготовка к ЛР, разбор ситуационных задач	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	устный опрос
16	Итоговый контроль	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Экзамен

## 7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

Раздел (тема) дисциплины	Контрольные вопросы для самопроверки
1. Введение. Основные понятия и определения ТММ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение Теории механизмов и машин.</li> <li>2. Что такое механизм, машина, звено, кинематическая пара?</li> <li>3. Какие существуют виды кинематических пар плоских механизмов?</li> <li>4. Как условно изображаются кинематические пары и звенья?</li> </ol>
2. Структурный анализ механизмов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как определяется степень подвижности механизмов?</li> <li>2. Приведите пример структурной формулы плоских механизмов.</li> <li>3. Каков принцип образования механизмов Ассура?</li> <li>4. Какие существуют в Виды групп плоских механизмов?</li> <li>5. Как проводится структурный анализ механизма?</li> </ol>
3. Кинематическое исследование механизмов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные задачи и методы кинематического исследования механизмов?</li> <li>2. Дайте понятие масштабных коэффициентов. Какова методика определения положения звеньев в траектории точек звеньев плоских механизмов?</li> <li>3. Как определить скорости и ускорения точек звеньев плоских механизмов методом планов (на примере шарнирного четырехзвенника)?</li> <li>4. Как определить скорости и ускорения точек звеньев плоских механизмов (на примере кривошипно-ползунного механизма)?</li> <li>5. Каковы свойства планов скоростей?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Каковы свойства планов ускорений?</li> <li>7. Каков принцип построения кинематических диаграмм перемещений, скоростей и ускорений.?</li> <li>8. Как производится кинематический расчет кулисного механизма методом планов?</li> </ol>
<p>4. Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение зубчатых механизмов.</li> <li>2. Приведите классификация зубчатых механизмов.</li> <li>3. Как определяется передаточное отношение простой зубчатой передачи цилиндрическими колесами, передаточное отношение ступенчатой передачи цилиндрическими колесами, передаточное отношение передачи с промежуточными колесами?</li> <li>4. Какие существуют виды дифференциальных и планетарных передач?</li> <li>5. Как определяется степень подвижности?</li> <li>6. Каково условие соосности?</li> <li>7. Какова методика кинематического исследования дифференциальных и планетарных передач аналитическим методом?</li> <li>8. Какова методика кинематического исследования планетарных передач графическим методом?</li> </ol>
<p>5. Эвольвентная зубчатая передача</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные параметры зубьев и колеса. Что такое модуль?.</li> <li>2. Основная теорема зацепления.</li> <li>3. Процесс зацепления в передаче цилиндрическими колесами.</li> <li>4. Что такое точка зацепления?</li> <li>5. Что такое эвольвента и каковы ее свойства?</li> <li>6. Какова методика построения профиля зуба?</li> <li>7. Что представляет собой линия зацепления в передаче эвольвентными профилями?</li> <li>8. В чем отличие теоретической и практической линии зацепления?</li> <li>9. Как происходит процесс зацепления?</li> <li>10. Что такое коэффициент перекрытия?</li> <li>11. Что такое дуга зацепления?</li> <li>12. Какие существуют способы ликвидации подреза зубьев?</li> <li>13. Какие существуют методы нарезания зубчатых колес?</li> </ol>
<p>6. Трение</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как происходит трение скольжения в поступательной паре на горизонтальных направляющих (плоский ползун)?</li> <li>2. Что такое коэффициент трения и угол трения?</li> <li>3. Как происходит трение скольжения в поступательной паре на горизонтальных направляющих (клиновой ползун)?</li> <li>4. Что такое приведенные коэффициенты и угол трения?</li> <li>5. Как происходит трение на наклонных направляющих (движение ползуна вверх и вниз по наклонной плоскости)?</li> </ol>

	6. Как происходит трение в резьбе?
7. Коэффициент трения полезного действия машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как происходит трение качения?</li> <li>2. Что такое коэффициент трения качения?</li> <li>3. Что такое приведенный коэффициент трения качения?</li> </ol>
8. Динамика. Силовой расчет механизмов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как проводился силовой расчёт данной группы?</li> <li>2. Какова методика определение давления в среднем шарнире группы?</li> <li>3. Какова цель силового расчёта?</li> <li>4. Что такое рычаг Жуковского?</li> <li>5. Что определяется с помощью рычага Жуковского?</li> <li>6. С какой группы начинаем силовой расчёт?</li> <li>7. Каков порядок силового расчёта?</li> </ol>
9. Метод приведенных величин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова методика определения приведённого момента сил и построение его графика?</li> <li>2. Графическое интегрирование графика момента. Расчёт масштабных коэффициентов.</li> <li>3. Как строится график работ движущих сил и сил сопротивления? Почему эти графики в конце сходятся в одной точке?</li> <li>4. Как построить график приращения кинетической энергии? Как из него получить график полной кинетической энергии?</li> <li>5. Что такое приведённый момент инерции? Как построить его график?</li> <li>6. Как определить приведённый момент сил?</li> </ol>
10. Энергетический баланс машины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как строится график работ движущих сил и сил сопротивления. Почему эти графики в конце сходятся в одной точке?</li> <li>2. Как построить график приращения кинетической энергии? Как из него получить график полной кинетической энергии?</li> <li>3. Что такое приведённый момент инерции? Как построить его график?</li> </ol>
11. График энергомасс	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как построить график энергомасс? Какой параметр исключается при построении?</li> <li>2. Что можно определить по графику энергомасс?</li> <li>3. Как определить угловую скорость по графику энергомасс?</li> <li>4. Как определить момент инерции маховика по графику энергомасс?</li> </ol>
12. Расчет маховика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что показывает коэффициент неравномерности хода машины?</li> <li>2. Доказать необходимость постановки маховика.</li> </ol>
13. Регуляторы. Уравновешивание механизмов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какого назначения маховика и принцип его действия?</li> <li>2. Каково место постановки маховика?</li> <li>3. На какой вал выгоднее поставить маховик: на быстроходный или тихоходный с точки зрения уменьшения его массы?</li> </ol>
14. Практическое уравновешивание	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова методика построения планов скоростей в круге?</li> <li>2. Как определяется момент инерции маховика по графику</li> </ol>

механизмов	энергомасс построением (графически)?
15. Кулачковые механизмы	1. Какое соотношение между приведённым моментом сил и уравнивающим моментом. 2. Как определяется КПД кулачкового механизма?

### 7.3 Вопросы для зачета

1. Общие понятия и определения ТММ: механизм, машина, звено, кинематическая пара. Виды кинематических пар плоских механизмов. Условное изображение кинематических пар и звеньев.

2. Классификация механизмов.

3. Степень подвижности механизмов. Структурные формулы плоских механизмов.

4. Принцип образования механизмов Ассур. Группы. Виды групп плоских механизмов.

5. Структурный анализ механизма.

6. Основные задачи и методы кинематического исследования механизмов.

Понятие масштабных коэффициентов. Определение положения звеньев в траектории точек звеньев плоских механизмов.

7. Определение скоростей и ускорений точек звеньев плоских механизмов методом планов (на примере шарнирного четырехзвенника).

8. Определение скоростей и ускорений точек звеньев плоских механизмов (на примере кривошипно-ползунного механизма).

9. Свойства планов скоростей.

10. Свойства планов ускорений.

11. Построение кинематических диаграмм перемещений, скоростей и ускорений.

Графическое дифференцирование методом хорд.

12. Кинематический расчет кулисного механизма методом планов.

13. Зубчатые механизмы. Их назначение и особенности. Классификация зубчатых механизмов.

14. Передаточное отношение простой зубчатой передачи цилиндрическими колесами.

15. Передаточное отношение ступенчатой передачи цилиндрическими колесами.

16. Передаточное отношение передачи с промежуточными колесами.

17. Виды дифференциальных и планетарных передач. Степень подвижности.

Условие соосности.

18. Кинематическое исследование дифференциальных и планетарных передач аналитическим методом.

19. Кинематическое исследование планетарных передач графическим методом.

20. Геометрия нулевого зубчатого колеса. Основные параметры зубьев и колеса.

Модуль.

21. Основная теорема зацепления.

22. Процесс зацепления в передаче цилиндрическими колесами. Точка зацепления.

Эвольвента и ее свойства.

23. Построение профиля зуба. Линия зацепления в передаче эвольвентными профилями. Теоретическая и практическая линии зацепления. Процесс зацепления.

24. Коэффициент перекрытия. Дуга зацепления.

25. Подрез зубьев. Минимальное число зубьев. Способы ликвидации подреза зубьев.

26. Методы нарезания зубчатых колес.

27. Трение скольжения в поступательной паре на горизонтальных направляющих

(плоский ползун). Коэффициенты и угол трения.

28. Трение скольжения в поступательной паре на горизонтальных направляющих (клиновой ползун). Приведенные коэффициенты и угол трения.

29. Трение на наклонных направляющих (движение ползуна вверх и вниз по наклонной плоскости).

30. Трение в резьбе.

31. Трение качения. Коэффициент трения качения. Приведенный коэффициент трения качения.

32. КПД. Выражение КПД через отношение движущих сил в идеальном и действительном механизме.

33. КПД наклонной плоскости.

34. КПД винтовых передач.

35. КПД машины, состоящей из нескольких установок.

36. Самоторможение.

#### **7.4 Вопросы для экзамена**

1. Силовой расчет механизмов. Классификация сил. Кинетостатический метод силового расчета. Условия статической определимости кинематической цепи.

2. Теорема о жестком рычаге Жуковского.

3. Силовой расчет жесткого плоского рычажного механизма (на примере кривошипно-ползунного механизма).

4. Силовой расчет плоского рычажного механизма (на примере шарнирного четырехзвенника).

5. Движение механизма под действием заданных сил. Метод приведенных величин. Приведенный момент инерции механизма.

6. Движение механизма под действием заданных сил. Метод приведенных величин. Приведенный момент инерции механизма.

7. Энергетический баланс машин. Виды уравнений движения машины.

8. Интегрирование дифференциального уравнения движения машины (аналитическим методом).

Графическое определение величины работы. Графическое интегрирование.

9. Определение угловой скорости звена приведения по графику энергомасс.

10. Уменьшение размаха колебаний угловой скорости вала машины с помощью маховика.

11. Определение момента инерции маховика по графику энергомасс.

12. Размеры и масс маховика.

13. Регулирование непериодических изменений угловой скорости вала.

14. Уравновешивание вращающихся масс. Статическая и динамическая неуравновешенность.

15. Уравновешивание точечных масс, расположенных в одной плоскости, содержащей ось вала.

16. Уравновешивание точечных масс, расположенных в одной плоскости, перпендикулярной оси вала.

17. Практическое уравновешивание вращающихся масс на установках.

18. Уравновешивание рычажных механизмов.

## **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

*а) основная литература:*

1. Белов М.И. Теория механизмов и машин: Учебное пособие / Белов М.И., Сорокин С.В., - 2-е изд. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 322 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-369-01742-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/945036>.

2. Мкртычев О.В. Теория механизмов и машин : практикум / О.В. Мкртычев. – М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. – 327 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/773847>.

3. Кокорева О.Г. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ / О.Г. Кокорева. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 48 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=537784>.

*б) дополнительная литература:*

1. Фещенко, Владимир Николаевич. Справочник конструктора [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие : в 2-х книгах / В. Н. Фещенко. - Электрон.дан. Кн. 1 : Машины и механизмы. - 3-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 400 с. Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1048761>.

2. Смелягин, Анатолий Игоревич. Структура машин, механизмов и конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Смелягин. - Электрон.дан. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 387 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=948876>.

3. Жгурова И.А. Теория механизмов и машин. Практикум - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 100 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-106435-1 (online) - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/953379>.

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный.

Для изучения дисциплины «Теория механизмов и машин» имеется лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием:

Комплект настольных моделей плоских рычажных механизмов для изучения структуры механизмов.

Комплект приборов для нарезания зубьев методом огибания рейкой ТММ – 42.

Прибор для изготовления бумажных заготовок колес ТММ – 31.

Установка для уравнивания вращающихся масс ТММ – 35.

Установка для определения КПД винтовой пары ТММ – 33.

Установка, содержащая червячный редуктор, для определения КПД ТММ – 39.

Комплект установок для определения приведенного момента инерции простейших рычажных механизмов ТММ – 46.

Установка для динамической балансировки ТММ – 1А.

Перечень наглядных пособий

Плакаты для лекций.

Модели простейших механизмов.

## **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 Методические указания по освоению дисциплины**

Теория механизмов и машин: Методические указания / Сост. В.И. Баронов. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2017. – 45 с.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых в обучении, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В качестве программного обеспечения используются программы: операционные системы Microsoft Windows 10, Microsoft Windows Professional 8 Pro, Microsoft Windows Professional/ Starter, Microsoft Windows XP, офисные пакеты Microsoft Office Professional Plus 2003/2007/2010, Microsoft Office Standart 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

### **Информационные справочные системы**

– Единое окно доступа к образовательным ресурсам – 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://mch.ru/> (Открытый доступ)

#### **Электронные библиотечные системы:**

○ Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: [https://molochnoe.ru/cgi-](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)

[bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](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/>

## 12 Карта компетенций дисциплины

<b>Теория механизмов и машин (направление подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование)</b>					
Цель дисциплины		формирование знаний и умений у будущих специалистов в области анализа и синтеза типовых механизмов и их систем.			
Задачи дисциплины		- изучение общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики, динамики типовых механизмов и их систем. - получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-2	владение достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	<p><b>Знать:</b> основные методы компьютерной геометрии методы и формы визуального представления информации</p> <p><b>Уметь:</b> использовать графические стандарты и библиотеки</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с персональным компьютером как средством управления информацией методами и средствами разработки и оформления технической документации</p>	Лекции  Лабораторные занятия  Самостоятельная работа  Интерактивные занятия	Контрольная работа  Устный ответ	<p><b>Пороговый (удовлетворительный)</b> <b>Знает</b> основные методы компьютерной геометрии методы и формы визуального представления информации</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b> <b>Умеет</b> использовать графические стандарты и библиотеки</p> <p><b>Высокий (отлично)</b> <b>Владеет</b> навыками работы с персональным компьютером как средством управления информацией методами и средствами разработки и оформления технической</p>

					документации
ПК-1	Способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.	<p><b>Знать:</b> порядок сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования машин и механизмов.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать параметры, знание которых необходимо для воплощения схемы в конструкцию.</p> <p><b>Владеть:</b> методами кинематического и динамического анализа механизмов и машин для определения функциональных возможностей их применения в машиностроении.</p>	<p>Лекции</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Интерактивные занятия</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Устный ответ</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительный)</b> <b>Знает</b> мероприятия по сбору исходных данных для расчета и проектирования.</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b> <b>Умеет</b> осуществлять сбор исходных данных для расчета и проектирования.</p> <p><b>Высокий (отлично)</b> <b>Владеет</b> способностью анализировать исходные данные для расчета и проектирования.</p>
ПК-3	Способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области	<p><b>Знать:</b> способы исследования, порядок выбора оптимальных решений.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать схемы машин и механизмов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами кинематического и</p>	<p>Лекции</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Интерактивные занятия</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Устный ответ</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительный)</b> <b>Знает</b> навыки проведения исследований рабочих и технологических процессов машин.</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b> <b>Умеет</b> проводить исследования рабочих и технологических</p>

	технологических машинах и оборудования.	динамического анализа механизмов и машин для проектирования и расчета машин и механизмов.			процессов машин.  <b>Высокий (отлично)</b> <b>Владеет</b> методами обобщения теоретических и экспериментальных данных, способностью участвовать во внедрении результатов исследований в, значимые для будущей профессиональной деятельности разработки.
--	---	---	--	--	--