

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 25.09.2023 17:05:05  
Уникальный идентификатор документа:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института принтмедиа  
и информационных технологий Высшей  
школы печати и медиаиндустрии



/А.И. Винокур/  
«30» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Техническая механика»**

Направление подготовки  
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2020

**Программу составил:**

Профессор, д.т.н.



/Невенчанная Т.О./

Программа утверждена на заседании кафедры «Техническая механика» «\_\_»  
\_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_

Заведующий кафедрой  
профессор, д. ф.-м. н.

/Бондарь В.С./

Согласовано  
Директор ИПИТ



/Винокур А.И./

## 1. Цели освоения дисциплины

Настоящая программа учебной дисциплины «Техническая механика» устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и студентов направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, изучающих дисциплину «Техническая механика».

К **основным целям** освоения дисциплины следует отнести:

- Теоретическая и практическая подготовка студентов в области механики деформируемого твердого тела, механики механизмов и машин, механики жидкости и газа; развитие инженерного мышления, приобретение знаний и навыков, необходимых для изучения последующих дисциплин.
- Построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления в механизмах.
- Ознакомление с основными экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния конструкций и исследовании гидравлических процессов.

К **основным задачам** освоения дисциплины следует отнести:

- Знание принципов выбора расчетных схем (моделей) и соответствующих им математических моделей.
- Изучение основных методов расчета элементов конструкций на прочность и жесткость при простейших видах деформации; кинематических и силовых параметров механизмов; по механике жидкости и газа при проектировании полиграфического и упаковочного оборудования .
- Владение навыками проведения расчетов на прочность, жесткость элементов технологических машин и оборудования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- Способы применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей и механизмов;
- Основные зависимости, используемые при гидравлических расчетах инженерных систем;
- Стандартные методы расчета при проектировании твердых деформируемых тел;
- Основные понятия и методы механики жидкости и газа; основные зависимости, используемые при гидравлических расчетах инженерных систем;

**Уметь:**

- Применять на практике методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и динамику конструкций, знания по механике жидкости и газа.
- Самостоятельно находить решения задач по механике механизмов, твердых деформируемых тел, жидкости и газа, используя справочную литературу;
- Создавать надежные конструкции, детали машин и механизмов, обеспечивающие длительную эксплуатацию и надежность полиграфических машин.

**Владеть:**

- Основами проведения прочностных расчетов конструкций при работе над проектами в исследовательской деятельности, обоснования выбранных инженерных решений соответствующими гидравлическими расчетами;
- Базовыми методами расчета и проектирования механизмов, деталей и узлов машиностроительных конструкций.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Техническая механика» относится к базовым дисциплинам, и должна изучаться после прохождения дисциплин, дающих основы математического анализа, физики и теоретической механики. Изучение данной дисциплины должно обеспечить понимание обучающимися процессов и явлений, происходящих в оборудовании полиграфического и упаковочного производства.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

1. Математика
2. Физика
3. Теоретическая механика
4. Информационные технологии
5. Основы инженерного дела

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Техническая механика
- Основы проектирования автоматизированных систем
- Инжиниринг технических систем в отрасли
- Конструирование и расчёт элементов упаковочных и полиграфических машин
- Печатное оборудование
- Введение в теорию колебаний
- Шум и вибрации машин

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций

<b>Коды компетенции</b>	<b>Результаты освоения ОП Содержание компетенций</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**</b>
ОПК-2	Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	<b>Знать</b> способы применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций и механизмов <b>Уметь</b> применять на практике методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и динамику конструкций. <b>Владеть</b> основами проведения прочностных расчетов конструкций при работе над проектами в исследовательской деятельности; навыками использования справочной литературы и пакетов прикладных программ расчета.
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<b>Знать:</b> определение объекта исследований как материальной точки, твердого тела, механической системы, основные теоремы механики, механики деформируемого тела, механики жидкости и газа; <b>Уметь:</b> решать задачи определения кинематических и силовых характеристик механизмов, ма-

		шин и механических систем; <b>Владеть:</b> методами составления расчетной схемы механической системы; навыками применения для решения задач гидравлики соответствующего физико-математического аппарата
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часа), в том числе самостоятельная работа студента в объеме 54 часов для очной формы обучения. Изучение дисциплины происходит в течение трех семестров (3,4 и 5 семестрах).

##### Трудоемкость по формам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах							Форма итогового контроля
			Всего час./зач. ед	Аудиторных часов	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль (промежуточная аттестация)	
Очная	2,3	3,4,5	216	108	45	36	27	54	54	3-зачёт, 4, 5 – экзамен, 5 – курсовой проект

##### Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4	5	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108	36	54	18	
В том числе:	-	-			-
Лекции	45	14	23	8	
Практические занятия (ПЗ)	36	12	18	6	
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	27	10	13	4	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	54	18	27	9	
В том числе:	-	-	-	-	
Курсовой проект (работа)	+	-	-	+	
Расчетно-графические работы	+	+	+	+	
Реферат	-	-	-	-	
Эссе	-	-	-	-	
Контрольная работа					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	54	18	27	9	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зач	экз	экз	
Общая трудоемкость час./зач. ед	216/6	72/2	108/3	36/1	

##### Содержание разделов дисциплины

Сопротивление материалов – 3 семестр			
1.	Основные понятия	Классификация объектов сопротивления материалов. Гипотезы. Расчетные схемы. Внешние	Написание конспекта,

		нагрузки и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Понятие о напряжениях и деформациях. Принципы сопротивления материалов	проверка решения задач, защита лабораторных работ
2	Растяжение (сжатие) и кручение стержней	Напряженно-деформированное состояние растянутого (сжатого) стержня. Работа внешних сил. Потенциальная энергия упругой деформации. Расчеты на прочность статически неопределимых систем при осевом нагружении. Механические свойства конструкционных материалов. Краткие сведения о деформации сдвига. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Кручение стержней некруглого поперечного сечения. Кручение тонкостенных стержней открытого и замкнутого профилей	
3	Поперечный изгиб	Внутренние силовые факторы, дифференциальные зависимости. Чистый изгиб. Основные гипотезы. Вывод формулы нормальных напряжений при изгибе. Условие прочности. Касательные напряжения при изгибе и их распределение в сечениях разной формы. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие) Расчеты на прочность. Элементы рационального проектирования простейших систем. Определение прогибов балок. Дифференциальное уравнение изгиба балок. Условие жесткости. Определение прогибов балок методом начальных параметров. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости.	
4	Основы теории напряженного и деформированного состояний	Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Определение напряжений на произвольно ориентированной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Максимальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряженном состоянии. Предельные напряженные состояния. Эквивалентные напряжения. Критерии текучести. Критерии хрупкого разрушения. Расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии	
4	Основы теории напряженного и деформированного состояний	Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Определение напряжений на произвольно ориентированной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Максимальные касательные напряжения. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напря-	

		женном состоянии. Предельные напряженные состояния. Эквивалентные напряжения. Критерии текучести. Критерии хрупкого разрушения. Расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии.	
5	Прочность при циклических напряжениях.	Типы циклов и их характеристики. Предел выносливости. Диаграмма Хейга. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчеты на прочность при симметричном и асимметричном циклах. Сложное напряженное состояние. Формула Гафа-Полларда. Расчет несущей способности конструкций.	
<b>Теория механизмов и механика машин – 4 семестр</b>			
1	Строение механизмов	Основные виды механизмов. Структурный анализ и синтез механизмов. Кинематические пары, кинематические цепи. Структурные группы звеньев. Структурный синтез механизмов.	Ответы на вопросы теоретической части, решение практических задач. Лабораторная работа
2	Кинематический анализ и синтез механизмов	Основные понятия кинематики механизмов. Кинематический анализ и синтез рычажных механизмов. Построение положений механизма, синтез стержневых механизмов по заданным кинематическим свойствам. Диаграммы перемещений, скоростей и ускорений. Кинематический анализ зубчатых механизмов.	Ответы на вопросы теоретической части, решение практических задач. Лабораторная работа
3	Динамика механизмов	Основные понятия динамики механизмов. Режимы движения механизмов. Кинетостатический расчет механизмов. Трение и коэффициент полезного действия механизмов. Определение уравновешивающей силы на кривошипе. Метод Жуковского. Определение реакций в кинематических парах. Уравновешивание механизмов с помощью маховика, противовесов. Уравновешивание роторов. Динамическое уравновешивание механизмов. Выбор типа привода механизма. Электропривод. Гидропривод. Пневмопривод.	Ответы на вопросы теоретической части, решение практических задач. Лабораторные работы. <b>Контрольная работа.</b>
4	Колебания в механизмах	Линейные и нелинейные уравнения движения механизмов. Вибрация. Виброактивность машин. Виброзащита. Гашение колебаний, виброгасители. Вибрационные транспортеры. Динамика приводов (электропривод, гидропривод, пневмопривод).	Ответы на вопросы теоретической части, решение практических задач. Решение домашних задач.
5	Синтез механизмов	Основные понятия и методы синтеза. Синтез кулачкового механизма. Теория зацеплений. Передаточное отношение. Зубчатые передачи. Синтез эвольвентных зацеплений. Синтез планетарных механизмов.	Ответы на вопросы теоретической части, решение практических задач. Лабораторные работы.
<b>Механика жидкости и газа – 5 семестр</b>			
1	Предмет Механики	Механика жидкости и газа как общая основа	Ответы на во-

	жидкости и газа. Гипотеза сплошности. Основные характеристики жидкости и газа. Математические понятия, используемые в Механике жидкости и газа.	для развития специальных дисциплин. Жидкость как сплошная среда. Вязкость жидкости. Идеальная жидкость. Плотность, удельный вес жидкости. Симметрический тензор второго ранга. Скалярные и векторные поля.	просы теоретической части
2	Кинематика жидкости и газа.	Движение малой частицы жидкости. Методы Лагранжа и Эйлера. Характеристика векторного поля скоростей: линия и трубка тока, дивергенция, ротор. Тензор скоростей деформации.	Ответы на вопросы теоретической части
3	Динамика жидкости и газа.	Жидкости: масса, объемный, массовый и весовой расходы. Уравнение неразрывности жидкости. Силы, действующие в жидкости. Тензор напряжения. Теорема об изменении количества движения жидкости. Необходимые дифференциальные уравнения жидкости в напряжениях.	Ответы на вопросы теоретической части
4	Моделирование жидкостей. Гидростатика	Идеальная и вязкая жидкости. Равновесие жидкости. Уравнение равновесия жидкости. Давление. Тензор давления. Формы и уравнения свободной поверхности жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.	Ответы на вопросы теоретической части Подготовка к выполнению лабораторной работы и её защите
5	Обобщенный закон вязкого трения Ньютона.	Закон Ньютона для осеструйного плоского движения вязкой жидкости. Гидродинамическое давление	
6	Гидромеханика идеальной жидкости и газа.	Интеграл Бернулли. Скоростной, пьезометрический и геометрический напоры. Техническое применение интеграла Бернулли. Физический и геометрический смысл интеграла Бернулли.	

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Техническая механика» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- защита лабораторных работ;
- выполнение индивидуальных домашних заданий по вариантам;
- контрольная работа;
- курсовой проект.

При проведении лекционных и лабораторных занятий, текущей и промежуточной аттестации по дисциплине целесообразно использовать следующих образовательные технологии:

1. На лабораторных занятиях использовать современное оборудование для изучения принципов функционирования оборудования полиграфического и упаковочного назначения.



- вочного производства, особенностей конструкции, технических решений, что позволяет формировать навыки практического проектирования.
2. В течение семестра в рамках самостоятельной работы обучающиеся выполняют индивидуальные домашние задания по вариантам по темам дисциплины
  3. Планом предусмотрено проведение одной контрольной работы в семестр.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов: оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, подготовка к выполнению лабораторных работ и их оформление.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защиты лабораторных работ.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины «Техническая механика» формируются следующие компетенции

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ОПК-2	Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин, практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### **6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-2- Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером. ОК-7 – Способностью к самоорганизации и самообразованию				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> способы примене-	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует не-	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует

ния практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей машин и механизмов	полное отсутствие или недостаточное знание способов применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей машин и механизмов	полное соответствие знаний способов применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей машин и механизмов	частичное соответствие знаний способов применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей машин и механизмов	полное соответствие знаний способов применения практических задач к расчету и проектированию элементов конструкций, деталей машин и механизмов
<b>уметь:</b> применять на практике методы расчета на прочность; кинематического и силового анализа механизмов и машин	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять на практике методы расчета на прочность; кинематического и силового анализа механизмов и машин	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять на практике методы расчета на прочность; кинематического и силового анализа механизмов и машин	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять на практике методы расчета на прочность; кинематического и силового анализа механизмов и машин	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять на практике методы расчета на прочность; кинематического и силового анализа механизмов и машин
<b>владеть:</b> базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	Обучающийся в неполной степени владеет базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	Обучающийся частично владеет базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	Обучающийся в полном объеме владеет базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Межецкий, Г.Д. Соппротивление материалов: учебник/Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н.Н. Решетник. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2016. – 432 с. – URL: <http://www.knigafund.ru/books/199230>.
2. Роев Б.А., Перов В.А. Соппротивление материалов. Задания и методические указания для курсовых и расчетно-графических работ для студентов, обучающихся по специальностям: 150407.65 «Полиграфические машины и автоматические комплексы», 150601.65 «Материаловедение и технология новых материалов» М.:, МГУП, 2010.
3. Смелягин, А.И. Теория механизмов и машин : учебное пособие / А.И. Смелягин. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 263 с.
4. Теория механизмов и механика машин. Под ред. Г.А.Тимофеева.-М.,ИздМГТУ им.Н.Э.Баумана,2000.-687с.
5. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. Уч.пособие для вузов.-М., Высшая школа,1985.-280с.
6. Суханов П.П., Разинов Ю.И. Гидравлика и гидравлические машины: учебное пособие /Ю.И.Разинов, П.П. Суханов. – Казань, Казанский Гос. Технолог. Ун-т, 2010. – 159 с. (<http://www.knigafund.ru/books/186989>)

7. Теория механизмов и машин. Задания для выполнения курсового проекта./Для студ. спец. «Полиграфические машины и автоматизированные комплексы»-М., МГУП,2008.
8. Иванов О.А., Семенюта С.С., Силенко П.Н, Гидравлика. Лабораторные работы. – М.: МГУП, 2003
9. Быстров К.Н., Иванов О.А., Силенко П.Н, Гидравлика. Сборник заданий и методических указаний для самостоятельной работы студентов. – М.: МГУП, 2007.
10. Иванов О.А. Гидропривод возвратно-поступательного действия. Методические указания по выполнению РГР. – М.: МГУП, 2008.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Макаревский Д.И. и др. Сопротивление материалов. Методические указания по выполнению РГР, вып.1.- М.: МГУП, 1998.
2. Макаревский Д.И. и др. Сопротивление материалов. Методические указания по выполнению РГР, вып.2.- М.: МГУП, 1998.
3. Макаревский Д.И., Перов В.А, Роев Б.А. Сопротивление материалов. Вып.1. Расчет плоских рам. Колебания упругих систем.- М.: МГУП, 1999.
4. Макаревский Д.И., Перов В.А, Роев Б.А. Сопротивление материалов. Вып.2. Анализ напряженного состояния в точке. Расчеты на прочность по теориям прочности. Устойчивость и продольно-поперечный изгиб стержней.- М.: МГУП, 2000.
5. Теория механизмов и машин: Учеб.для втузов/К.В.Фролов,С.А.Попов, А.К.Мусатов и др.; Под ред К.В.Фролова.-М.: Высш.шк., 1987.-496с.
6. Быстров К.Н. Гидравлика в полиграфии. – М.: МГУП, 2003.
7. Сборник контрольных работ и методических указаний для студентов 3 курса заочного отделения. – М.: МГУП, 2008.
8. Давыдов А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов: монография /А.П. Давыдов, М. Валиуллин, О.Р. Каратаев. – Казань, Издательство КНИТУ, 2014. – 109 с. – URL: <http://www.knigafund.ru/books/186946>.
9. Микитянский В.В., Микитянская Л.М. Проектирование и исследование схем механизмов. Часть II.- Астрахань, 1997.-187с.
10. Попов С.А. Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. Под ред. К.В.Фролова.-М., Высшая школа, 2002.-411с.

### **7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

Сайты в Интернете: <http://vuz.exponenta.ru> (имеются наборы задач по различным разделам курса сопротивления материалов, много полезных компьютерных программ и анимированных иллюстраций), <http://mysopromat.ru> (лекции по курсу истории создания и становления сопромата, как учебного предмета, описание современных методов конструирования и расчета изделий на прочность и долговечность, описание современных программных комплексов CAD/FEA и др.), <http://sopromat.ru/film.htm> (каталог учебных фильмов по сопротивлению материалов и механике разрушения).

Полезные учебно-методические и информационные материалы для освоения материала 5 семестра представлены на сайтах:

- <https://my.mail.ru/mail/obrazovanie-new/video/23/2077.html>
- <https://rutube.ru/video/597e327f70c985c2497541215be42ca9/>
- [https://www.youtube.com/watch?v=Kv9X\\_aEfKLY](https://www.youtube.com/watch?v=Kv9X_aEfKLY)
- <https://www.youtube.com/watch?v=Y5gpQ6LBIMs>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

8. Тестовые компьютерные задания по курсу «Техническая механика».
9. Лабораторное оборудование по измерению характеристик упругих тел (ауд. 1313, 1316).
10. Комплекс технических средств, позволяющих проецировать изображение из программ подготовки презентаций (экран, проектор, ноутбук).
11. Возможности доступа в интернет

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Рабочим учебным планом предусмотрено изучение дисциплины «Техническая механика» в 3, 4 и 5 семестрах. По дисциплине проводятся лекционные, практические и лабораторные занятия, выполняется курсовой проект.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ технической механики.

Рекомендуется конспектирование лекционного материала. Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к промежуточным и итоговым формам аттестации по дисциплине «Техническая механика» является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 3 семестре, в форме экзамена – в 4 и 5 семестрах. Экзаменационный билет по дисциплине «Техническая механика» состоит из 2 вопросов теоретического характера и задачи по разделам курса. Примерный перечень вопросов к экзамену приведен в приложении 2 настоящей рабочей программы, а критерии оценки ответа студента на экзамене — в п. 6 настоящей рабочей программы.

## **10. Методические рекомендации преподавателю**

Преподавание теоретического (лекционного) материала осуществляется по последовательной схеме на основе ОП и рабочего учебного плана по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Техническая механика» рассматривается в разделе 4 рабочей программы.

Целесообразные к применению образовательные технологии изложены в п. 5 настоящей рабочей программы.

Примерные варианты заданий для промежуточного/итогового контроля и перечень вопросов к экзамену по дисциплине представлены в соответствующих разделах в приложении 2 рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, приведен в п. 7 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать студентов на использование при подготовке к промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине, материалов лекций. Предпочтение работы с лекциями чтению учебников формирует у студента навыки самостоятельной работы.

Программа составлена в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от «20» октября 2015 г. № 1170.
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль подготовки — Оборудование упаковочного и полиграфического производства).

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Техническая механика»  
по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»

II 1.1. Тематический план дисциплины  
3 семестр

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Само-стоятельная
			Лекции	Лабор. занятия	Практические занятия	
1	Основные понятия	6	2	-	2	2
2	Растяжение (сжатие) и кручение стержней	12	4	2	2	4
3	Поперечный изгиб	14	4	4	2	4
4	Основы теории напряженного и деформированного состояний	12	2	2	4	4
5	Прочность при циклических напряжениях	10	2	2	2	4
6	Зачет	18	-	-	-	-
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>18</b>

4 семестр

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Само-стоятельная
			Лекции	Лабор. занятия	Практические занятия	
1	Строение механизмов	9	4	2	2	1
2	Кинематический анализ и синтез механизмов	22	6	4	4	8
3	Динамика механизмов	18	4	2	4	6
4	Колебания в механизмах	16	4	2	4	6
5	Синтез зубчатых механизмов	18	5	3	4	6
6	Экзамен	27	-	-	-	-
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>27</b>

5 семестр

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Само-стоятельная
			Лекции	Лабор. занятия	Практические занятия	
1	Кинематика жидкости и газа	4	1	-	2	1
2	Моделирование жидкостей. Гидростатика	6	2	2	-	2
3	Обобщенный закон вязкого трения Ньютона	5	1	2	-	2
4	Гидромеханика идеальной жидкости и газа.	8	2	-	4	2
5	Расчет гидропривода и выбор основных элементов.	6	2	-	2	2
6	Экзамен	9				
7	<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

II 1.2. Лабораторный практикум

3 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
-------	----------------------	---------------------------------	---------------------

1.	Тема 2. Растяжение (сжатие) и кручение стержней	Определение механических характеристик материалов	4
2.	Тема 3. Поперечный изгиб	Определение напряжений при поперечном изгибе	4
3.	Тема 6. Устойчивость упругих систем	Определение критической силы	2
	ИТОГО		10

#### 4 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 1. Строение механизмов	Определение степени подвижности механизмов	2
2.	Тема 2. Кинематический и силовой анализ механизмов	Кинематический анализ рычажного механизма	4
3.	Тема 3. Динамика механизмов	Кинетостатический анализ рычажного механизма	2
4.	Тема 4. Колебания в механизмах	Определение амплитуды колебаний вала	2
5.	Тема 5. Синтез зубчатых механизмов	Построение эвольвенты зубчатого колеса	3
	ИТОГО		13

#### 5 семестр

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 6. Моделирование жидкостей. Гидростатика	Приборы давления	2
2.	Тема 8. Гидромеханика идеальной жидкости и газа	Расходомер Вентури	2
	ИТОГО		4

### II 1.3. Практические занятия (семинары)

#### 3 семестр

№ п/п	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 1.	Расчет на прочность при растяжении (сжатии) стержней	2
2.	Тема 2.	Расчеты на прочность и жесткость при кручении стержней	2
3.	Тема 3.	Поперечный изгиб. Расчеты на прочность и жесткость.	2
4.	Тема 4.	Основы теории напряженного и деформированного состояний. Критерии прочности.	4
5.	Тема 5.	Расчеты на прочность при циклических напряжениях	2
	ИТОГО		12

#### 4 семестр

№ п/п	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 1	Структурный анализ механизмов	2
2.	Тема 2	Определение скоростей и ускорений точек и звеньев рычажных механизмов	4
3.	Тема 3	Анализ движения механизмов при постоянной угловой скорости входного звена	4
4.	Тема 4	Исследование колебаний механизмов и машин	4
5.	Тема 5	Синтез зубчатых передач по заданному передаточному отношению	4
	ИТОГО		18

### 5 семестр

№ п/п	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 4	Решение задач динамики идеальной и вязкой жидкости	4
2.	Тема 5	Расчет гидропривода	2
	ИТОГО		6

### II 1.4. Курсовые работы (проекты)

Курсовой проект выполняется в 5 семестре параллельно с освоением дисциплины и служит для закрепления сформированных компетенций, осваиваемых на лекциях и во время лабораторных занятий по темам «Техническая механика». Типовая тематика заданий на курсовое проектирование:

1. Кинематический, силовой анализ механизма привода конвейера, синтез кулачкового механизма.
2. Кинематический и силовой анализ механизма брикетировочного автомата, синтез кулачкового механизма.
3. Механизм рычажного стелкивателя (кинематический и силовой анализ), синтез кулачкового механизма

#### Ориентировочный график выполнения курсового проекта

№ п/п	Содержание этапа	Срок (№ недели)
1	Получение задания: выбор (выдача преподавателем) варианта.	1
2	Анализ исходных данных.	2
3	Кинематический анализ механизма	4
4	Силовой анализ механизма	5
5	Построение профиля кулачка	6
6	Оформление расчётно-пояснительной записки. Сдача проекта на проверку	7
7	Подготовка к защите и защита курсового проекта.	8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»  
ОП (профиль): «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская, проектно-  
конструкторская и производственно-технологическая

Кафедра: «Техническая механика»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Техническая механика**

- Состав:
1. Паспорт фонда оценочных средств
  2. Показатель уровня сформированности компетенций
  3. Примерный перечень оценочных средств
  4. Описание оценочных средств (контрольные вопросы, задания по курсу «Техническая механика»)

**Составитель: проф., д.т.н. Т.О. Невенчанная**

Москва 2020



**П 2.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине  
«Техническая механика»**

**3 семестр**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Тема 1. Основные понятия.	ОПК-2, ОК-7	УО,Т
2	Тема 2. Растяжение (сжатие) и кручение стержней	ОПК-2, ОК-7	К/Р,УО,Т
3	Тема 3. Поперечный изгиб	ОПК-2, ОК-7	УО,Т
4	Тема 4. Основы теории напряженного и деформированного состояний	ОПК-2, ОК-7	К/Р,УО,Т
5	Тема 5. Прочность при циклических напряжениях	ОПК-2, ОК-7	УО,Т
6	Тема 6. Устойчивость упругих систем	ОПК-2, ОК-7	К/Р,УО,Т
7	Тема 7. Динамика упругих систем	ОПК-2, ОК-7	ИДЗ

**4 семестр**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Тема 1. Строение механизмов.	ОПК-2, ОК-7	ИДЗ
2	Тема 2. Кинематический анализ и синтез механизмов	ОПК-2, ОК-7	ИДЗ, К/Р
3	Тема 3. Динамика механизмов	ОПК-2, ОК-7	ИДЗ,
4	Тема 4. Колебания в механизмах	ОПК-2, ОК-7	К/Р, ИДЗ
5	Тема 5. Синтез механизмов	ОПК-2, ОК-7	ИДЗ

**5 семестр**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Тема 2. Гипотеза сплошности. Основные характеристики жидкости и газа.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
2	Тема 3. Математические понятия, используемые в Механике жидкости и газа.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
3	Тема 4. Кинематика жидкости и газа.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
4	Тема 5. Динамика жидкости и газа.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
5	Тема 6. Моделирование жидкостей. Гидростатика	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
6	Тема 7. Обобщенный закон вязкого трения Ньютона.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
7	Тема 8. Гидромеханика идеальной жидкости и газа.	ОПК-2, ОК-7	УО, Э
8	Кинематический и силовой анализ механизмов, построение кулачкового механизма	ОПК-2, ОК-7	КП

## П 2.2. Показатель уровня сформированности компетенций

Дисциплина «Техническая механика»					
ФГОС ВО 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-2	Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	<p><b>Знать:</b> Методы технической механики и пакеты программ, реализующих расчеты на их основе</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться пакетами программ, составлять алгоритмы решения задач</p> <p><b>Владеть:</b> постановкой инженерной задачи, навыками оформления пояснительных записок</p>	Лекция Практические занятия Самостоятельная работа	К/Р УО Т Э	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методы технической механике, в объеме, необходимом для решения инженерных задач</li> <li>умеет использовать полученные знания для решения соответствующих инженерных задач;</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет анализировать физическую модель реального объекта ;</li> <li>умеет проводить сравнительный анализ соответствующих математических моделей;</li> </ul>
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<p><b>Знать:</b> Литературу и источники, сайты, где расположены материалы по изучаемой дисциплине</p> <p><b>Уметь:</b> Применять на практике методы расчетов, изложенные в курсе «Техническая механика»</p> <p><b>Владеть:</b> основами проведения расчетов, описания полученных результатов</p>	Практические занятия. Самостоятельная работа	ИДЗ Т Э	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методы расчетов в объеме, необходимом для решения инженерных задач</li> <li>умеет использовать полученные знания для решения соответствующих инженерных задач;</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет анализировать физическую модель реального объекта;</li> </ul>

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении П2.3 к РП

## II 2.3 Примерный перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине «Техническая механика»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	Система индивидуальных заданий по темам дисциплины, позволяющая оценивать освоение обучающимся данной темы	Используется из списка основной литературы
5	Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса расчётных и аналитических заданий. Выполняется в индивидуальном порядке.	Темы типовых заданий на курсовое проектирование (см. приложение П2.4.3)
6	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации студента, определяемые учебным планом подготовки по направлению	Комплект зачетных задач
7	Экзамен (Э)	Форма промежуточной аттестации студента, определяемые учебным планом подготовки по направлению	Комплект экзаменационных билетов

## II 2.4. Описание оценочных средств

### II 2.4.1 Образцы контрольных заданий

#### 3 семестр

##### Задача 1

1. Определить из расчета на прочность допускаемое значение силы  $[P]$ . Брус АВ считать абсолютно жестким.
2. Определить усилия в стержнях, если стержень, отмеченный на схеме, нагрет на  $\Delta t^\circ$ . Считать, что сила  $P$  отсутствует.
3. Определить напряжения, возникающие в стержнях при совместном действии силы  $[P]$  и нагрева.

##### Задача 2.

1. Определить диаметр вала  $d$  (или допускаемое значение момента  $m$ ) из условия жесткости.

##### Задача 3.

1. Построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$  для заданной балки. Проверить построение эпюр при помощи дифференциальных зависимостей.

*Примечание. Обратит внимание на приложение заданной силы  $P$  в указанной точке и знак момента.*

2. Определить из условия прочности номер профиля двутавровой балки и размеры поперечных сечений в форме: а) круга диаметром  $d$ ; б) кольца с отношением диаметров  $c = d_o/d = 0.8$ ; в) прямоугольника с отношением сторон  $k = h/b = 2$ . Составить таблицу отношений площадей указанных сечений к площади двутавра. Коэффициент запаса прочности принять равным 1.5.
3. С помощью метода начальных параметров найти угловые и линейные перемещения сечений и построить их эпюры. Проверить выполнение условий жесткости балки и в случае необходимости определить допускаемое значение нагрузки.

Задача 4.

1. Раскрыть статическую неопределимость для заданной балки.
2. Выбрать новую основную систему и произвести деформационную проверку.
3. Построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$ .
4. По заданному поперечному сечению из условия прочности установить предельно допустимое значение параметра внешней нагрузки  $[q]$ .
5. Пользуясь методом начальных параметров, вычислить прогибы в нескольких сечениях балки и построить их эпюру.

Задача 5.

1. Определить из статического расчета на прочность по заданному критерию диаметр  $d$  сечения вала. Коэффициент запаса прочности принять равным 1.5.
2. Для найденного диаметра определить запас усталостной прочности вала. Масштабный коэффициент  $\varepsilon_m$  и коэффициент состояния поверхности  $\varepsilon_n$  определяются по кривым, приведенным на рис. 1 и 2.

Задача 6.

1. Для указанных схем определить собственные частоты и формы колебаний. Проверить ортогональность собственных форм колебаний.
2. Определить амплитуды вынужденных колебаний под действием силы  $P(t) = P_o \cos \Omega t$ , приложенной в точке А. Построить эпюру динамических изгибающих моментов при частоте  $\Omega = (\gamma/m\delta)S$ .

*Примечание. 1. Привести выражение для собственных частот к виду:  $\omega_j = \alpha_j EJ/ml^3$ , где  $\alpha_j$  - расчетный числовой коэффициент. 2. Направление силы  $P(t)$ , действующей на рамах, выбрать перпендикулярным элементу рамы, содержащим сосредоточенную массу.*

## II 2.4.2 Контрольные вопросы по дисциплине

### 3 семестр

Приведённый ниже перечень контрольных вопросов используется в качестве вопросов при устном опросе обучающихся, а также в качестве вопросов экзаменационных билетов.

1. Задачи сопротивления материалов. Классификация объектов сопротивления материалов. Расчетные схемы.
2. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Определение внутренних силовых факторов.
3. Основные гипотезы сопротивления материалов.
4. Понятие о напряжениях и деформациях.
5. Принципы сопротивления материалов.
6. Растяжение (сжатие) стержня. Расчет напряжений и деформаций при растяжении (сжатии). Потенциальная энергия упругой деформации при растяжении (сжатии).
7. Расчеты на прочность статически неопределимых систем при растяжении (сжатии). Температурные и монтажные напряжения.
8. Механические свойства конструкционных материалов. Диаграмма растяжения (условная и истинная). Влияние различных факторов на механические свойства материалов.
9. Кручение. Исходные гипотезы при кручении. Закон Гука при сдвиге. Кручение стержня круглого поперечного сечения.
10. Расчет напряжений и деформаций при кручении. Условие прочности и жесткости при кручении.

11. Статически неопределимые системы при кручении.
12. Расчет цилиндрических пружин.
13. Кручение стержней прямоугольного поперечного сечения
14. Геометрические характеристики сечений.
15. Изгиб стержней. Предпосылки теории изгиба. Виды изгиба. Внутренние силовые факторы. Дифференциальные зависимости при изгибе.
16. Чистый изгиб. Вывод формулы для кривизны стержня и нормальных напряжений при чистом изгибе. Условие прочности.
17. Поперечный изгиб. Погрешности гипотез плоских сечений и о ненадавливании волокон. Касательные напряжения при изгибе и их распределение по сечению стержня (формула Журавского)
18. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие).
19. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изгиба балок. Условие жесткости.
20. Определение прогибов балок методом начальных параметров.
21. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Примеры.
22. Метод сил. Канонические уравнения метода сил.
23. Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости.
24. Основы теории напряженного и деформированного состояний. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений.
25. Определение напряжений в произвольно ориентированной площадке. Главные площадки и главные напряжения.
26. Максимальные касательные напряжения.
27. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряженном состоянии.
28. Предельные напряженные состояния. Эквивалентные напряжения.
29. Критерии текучести и хрупкого разрушения. Расчет на прочность при сложном напряженном состоянии.
30. Устойчивость упругих систем. Понятие об устойчивости. Задача Эйлера.
31. Зависимость критической силы от условия закрепления стержня. Понятие о гибкости. Границы применимости формулы Эйлера.
32. Устойчивость стержня при наличии пластических деформаций. Приведенный и касательный (местный) модули упругости. Формула Ясинского.
33. Колебания упругих систем. Собственные колебания. Определение собственных частот и форм колебаний. Условие ортогональности собственных форм колебаний.
34. Вынужденные колебания. Понятие о динамическом гасителе колебаний

#### 4 семестр

##### Тема 1. Строение механизмов

1. Машина (определение). Классификация машин по функциональному назначению.
2. Механизм (определение). Классификация по функциональному назначению.
3. Анализ механизмов. Задачи. Методы решения.
4. Структурный анализ механизмов. Звено. Кинематическая пара. Кинематическая схема. Определения и примеры. Допущения при структурном анализе механизмов.
5. Классификация кинематических пар. Примеры. Условные обозначения. Классы. Условия связей.
6. Низшие и высшие кинематические пары. Достоинства и недостатки. Примеры.
7. Замыкание кинематических пар. Кинематические цепи. Входное звено. Выходное звено. Ведущее звено. Ведомое звено.
8. Число степеней подвижности механизма. Формула Сомова-Малышева.
9. Число степеней подвижности звена. Формула Чебышева.
10. Замена в плоских механизмах высших кинематических пар низшими.
11. Основной принцип образования механизмов. Группа Ассура.
12. Классификация Ассура. Классы групп Ассура. Примеры.

## **Тема 2. Кинематический анализ и синтез механизмов**

13. Циклограммы механизмов. Кинематический цикл.
14. Составные части машины. Их функциональное назначение.
15. Рычажные механизмы. Задачи кинематического исследования механизмов. Условия существования кривошипа.
16. Рычажные механизмы. План механизма.
17. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов. Метод графического дифференцирования.
18. План скоростей для плоских рычажных механизмов. Теорема подобия скоростей.
19. Построение планов скоростей и ускорений для шарнирного четырехзвенника.
20. Планы ускорений для плоских рычажных механизмов. Теорема подобия для ускорений. Свойства полюса ускорений.
21. План скоростей для кулисного механизма. План ускорений.
22. Силовой расчет механизмов. Задачи силового расчета. Общий метод силового анализа механизмов.
23. Принцип Даламбера. Силы инерции звеньев. Определение уравновешивающего момента на кривошипе.
24. Условие кинетостатической определимости кинематической цепи.
25. Определение реакций в кинематических парах рычажного механизма.
26. Силовой расчет двухповодковых групп.
27. Силовой расчет ведущего звена. Определение уравновешивающего момента и уравновешивающей силы.
28. Определение приведенной силы и приведенного момента методом кинетостатики.
29. Силы трения. Виды сил трения.
30. Расчет маховика. Диаграмма Виттенбауэра.
31. Механизмы передач. Виды передач. Примеры.
32. Механизмы передач. Передаточное отношение рядовых передач.
33. Механизмы передач. Передаточное отношение ступенчатых передач.
34. Картины скоростей ступенчатых передач. Планы угловых скоростей. Пример.
35. Коробки скоростей (передач). Эпициклические зубчатые передачи.
36. Планетарные механизмы. Определение передаточного отношения методом обращенного движения.
37. Замкнутые дифференциалы. Определение передаточного отношения.
38. Дифференциалы. Определение передаточного отношения методом обращенного движения.
39. Основной закон зацепления. Полюс зацепления.
40. Геометрия эвольвентного зубчатого зацепления. Линия зацепления. Основная окружность. Начальная окружность. Шаг зацепления. Делительная окружность.
41. Методы изготовления колес с эвольвентным профилем зубьев.
42. Часовое зацепление. Достоинства и недостатки.
43. Цевочное зацепление. Достоинства и недостатки.
44. Циклоидальное зацепление. Достоинства и недостатки.
45. Зацепление Новикова. Достоинства и недостатки.
46. Волновые передачи. Достоинства и недостатки.
47. Косозубые и шевронные зубчатые передачи с эвольвентным профилем зуба.

## **Тема 3. Динамика механизмов**

48. Динамический анализ механизмов. Характеристика сил, действующих на звенья механизмов. Простейшая математическая модель механизма. Приведение масс и сил.
49. Неравномерность движения механизма. Коэффициент неравномерности хода. Статическое уравновешивание механизмов.
50. Уравновешивание шарнирного четырехзвенника.

## **Тема 4. Колебания в механизмах**

51. Балансировка масс, вращающихся вокруг неподвижной оси.
52. Динамика механизмов с электроприводом. Характеристики электродвигателей.
53. Условия динамического уравнивания механизмов.
54. Коэффициент полезного действия машин, механизмов. Коэффициенты потерь.

#### **Тема 5. Синтез механизмов**

55. Синтез шарнирных четырехзвенников.
56. Синтез зубчатых передач.
57. Синтез кулачковых механизмов.

#### **5 семестр**

58. Жидкость как сплошная среда.
59. Вязкость жидкости.
60. Идеальная жидкость.
61. Плотность, удельный вес жидкости.
62. Симметрический тензор второго ранга.
63. Скалярные и векторные поля.
64. Движение малой частицы жидкости.
65. Методы Лагранжа и Эйлера.
66. Характеристика векторного поля скоростей: линия и трубка тока, дивергенция, ротор.
67. Тензор скоростей деформации.
68. Жидкости: масса, объемный, массовый и весовой расходы.
69. Уравнение неразрывности жидкости.
70. Силы, действующие в жидкости.
71. Тензор напряжения.
72. Теорема об изменении количества движения жидкости.
73. Необходимые дифференциальные уравнения жидкости в напряжениях.
74. Идеальная и вязкая жидкости.
75. Равновесие жидкости Уравнение равновесия жидкости.
76. Давление. Тензор давления.
77. Формы и уравнения свободной поверхности жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
78. Закон Ньютона для осеструйного плоского движения вязкой жидкости. Гидродинамическое давление.
79. Уравнение Ламба-Громеки. Интеграл Бернулли. скоростной, пьезометрический, геометрический напоры.
80. Техническое применение интеграла Бернулли. Физический и геометрический смысл интеграла Бернулли.
81. Уравнение Навье-Стокса. Установившееся течение вязкой жидкости в круглых трубах.
82. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости. Режимы течения жидкости.
83. Формула Торичилли. Насадки Борда и Вентури.
84. Гидравлические машины. Основные параметры.
85. Насосы одинарного и двойного действия.
86. Дифференциальный насос. Основные параметры: производительность, развиваемый напор.
87. Основное уравнение центробежного насоса. Влияние формы лопастей на работу насоса. Зависимость работы насоса от числа оборотов.
88. Роторные насосы. Их устройство и характеристики. Шестеренчатые, шиберные насосы.
89. Элементы гидропривода. Структуры и типовые схемы. Основные соотношения.

