

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ



Первый
проректор – проректор
по учебной работе
Н.Н. Сухих
« 30 » августа 2017 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов
и организация воздушного движения**

Специализация

**Организация технической эксплуатации автоматизированных
систем управления воздушным движением**

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2017

1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Механика» состоит в приобретении студентами системы теоретических знаний и практических навыков для эксплуатации аэропортов и обеспечения полетов воздушных судов (в сфере профессиональной деятельности).

Для достижения поставленной цели ставятся следующие задачи:

- формирование культуры организации технической эксплуатации аэропортов и воздушных судов, предполагающей готовность и способность выпускника использовать приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для организации аэропортовой деятельности;

- формирование мышления организации технического обслуживания воздушных судов и организации перевозок пассажиров и грузов системы ценностных ориентиров, при которых вопросы безопасности полетов рассматриваются в качестве приоритетных;

- освоение теоретических знаний и практических навыков для обеспечения организации технического обслуживания воздушных судов и организации перевозок пассажиров и грузов улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;

- формирование способностей для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения организации технического обслуживания воздушных судов и организации перевозок пассажиров и грузов;

- формирование мотивации и способностей для самостоятельного повышения уровня культуры организации технического обслуживания воздушных судов и организации перевозок пассажиров и грузов.

Дисциплина «Механика» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Механика» представляет собой дисциплину, относящуюся к базовой части профессионального цикла дисциплин ОПОП ВПО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» (бакалавриат), профиль «Техническая эксплуатация автоматизированных систем управления воздушным движением».

Дисциплина «Механика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика».

Дисциплина «Механика» является обеспечивающей для подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

Дисциплина изучается в 3 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Механика» направлен на формирование следующих компетенций: ОК-2; ОК-11; ОК-12; ОК-13; ПК-11; ПК-21; ПК-22; ПК-23.

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1. Способность понимать роль естественных наук в развитии науки, техники и технологии (ОК-2)	<i>Знать:</i> – основные элементы теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и механизмов; <i>Уметь:</i> – использовать основные элементы теоретической механики, основы конструирования и проектирования машин и механизмов при решении профессиональных задач; <i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении профессиональных задач.
2. Стремлением к саморазвитию, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-11)	<i>Знать:</i> – основы конструирования и проектирования машин и механизмов; – основные понятия, законы и модели механики; <i>Уметь:</i> – оценивать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач; <i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач.
3. Готовность к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами (ОК-12)	<i>Знать:</i> – физическую природу сил и их систем, действующих на механические объекты, их классификацию; <i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач; <i>Владеть:</i>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	– навыками использования математических моделей и основных законов механики при решении профессиональных задач.
4. Умением критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-13)	<p><i>Знать:</i> – условия равновесия систем сил и возможности практического применения этих условий при решении профессиональных задач;</p> <p><i>Уметь:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач;</p> <p><i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач.</p>
5. Владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ПК-11)	<p><i>Знать:</i> – принципы составления аналитических моделей движения механических объектов;</p> <p><i>Уметь:</i> – оценивать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач;</p> <p><i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач.</p>
6. Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21)	<p><i>Знать:</i> – основы общей теории прочности конструкции;</p> <p><i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач;</p> <p><i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач.</p>
7. Способность и готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию ответственных решений в рамках своей	<p><i>Знать:</i> – факторы, влияющие на эксплуатационные свойства конструкции;</p> <p><i>Уметь:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструк-</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
профессиональной компетенции (ПК-22)	ций при динамических и переменных нагрузках при решении типовых профессиональных задач; <i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач.
8. Способность использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23)	<i>Знать:</i> – основы общей теории прочности конструкции; <i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач; <i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	42	42
лекции	14	14
практические занятия	24	24
семинары	–	–
лабораторные работы	4	4
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	39	39
Промежуточная аттестация	27	27

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции								Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-2	ОК-11	ОК-12	ОК-13	ПК-11	ПК-21	ПК-22	ПК-23		
1 Введение, основные понятия и определения курса.	12	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, СРС	УО, РТЗ
2 Испытания материалов.	14	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ЛР, СРС	УО, РТЗ, ЗЛР
3 Центральное растяжение - сжатие	12	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, ЛР, СРС	УО,Р ПЗ, РТЗ, ЗЛР
4 Геометрические характеристики сечений.	14	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО,Р ПЗ, РТЗ
5 Кручение, сдвиг, срез, смятие	8	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
6 Изгиб.	13	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РПЗ, РТЗ
7 Оболочки. Устойчивость стержней.	8	+	+	+	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	РПЗ, РТЗ
Итого за 3 семестр	81										
Промежуточная аттестация	27										
Итого по дисциплине	108										

Сокращения: Л – лекция; СРС – самостоятельная работа студентов; ; ЛР – лабораторная работа; ПЗ – практическое занятие; УО - устный опрос, РТЗ – решение тестовых заданий; РПЗ - расчеты на практических занятиях. ЗЛР - защита лабораторных работ.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
1 Введение, основные понятия и определения курса.	2	4			6		12
2 Испытания материалов.	2	6			6		14
3 Центральное растяжение - сжатие	2	4			6		12
4 Геометрические характеристики сечений.	2	6			6		14
5 Кручение, сдвиг, срез, смятие	2	-			6		8
6 Изгиб.	2	4		2	5		13
7 Оболочки. Устойчивость стержней.	2	-		2	4		8
Итого по дисциплине (модулю)	14	24		4	39		81
Промежуточная аттестация							27
Всего по дисциплине							108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

5.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение, основные понятия и определения

Задачи и методы сопротивления материалов. Допущения, применяемые в сопротивлении материалов. Принцип независимости действия сил. Принцип начальных размеров. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние. Метод сечений.

Тема 2. Испытания материалов

Объекты испытаний. Требования к образцам и их классификация. Техника статических и усталостных испытаний. Испытание на растяжение-сжатие. Диаграммы испытаний.

Тема 3. Центральное растяжение-сжатие

Продольные силы в поперечных сечениях. Напряжения в поперечных сечениях стержня. Деформации и перемещения. Закон Гука. Потенциальная энергия деформации. Напряженное и деформированное состояние при растяжении-сжатии. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Расчеты

статически определяемых стержней. Расчет статически неопределимых стержней

Тема 4. Геометрические характеристики сечений

Площадь плоских сечений. Статические моменты сечения. Моменты инерции плоских сечений простой формы. Моменты инерции сечений сложной формы. Изменение моментов инерции сечения при повороте осей координат. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Моменты сопротивления. Стандартные прокатные профили. Алгоритм расчета геометрических характеристик плоских сечений.

Тема 5. Кручение, сдвиг, срез, смятие

Построение эпюр крутящих моментов. Напряжения в поперечном сечении. Условие прочности при кручении вала круглого и кольцевого сечения. Рациональная форма сечения вала. Деформации при кручении и условие жесткости вала. Расчеты на прочность и жесткость валов круглого и кольцевого сечений. Сдвиг. Расчет заклепок на срез. Расчет заклепок на смятие и листов на разрыв. Расчет винтовых пружин.

Тема 6. Изгиб

Плоский изгиб. Механические испытания на изгиб. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба. Примеры построения эпюр внутренних силовых факторов для консольных балок. Примеры построения эпюр внутренних силовых факторов для балок на двух опорах. Напряжение при чистом изгибе. Рациональные формы поперечных сечений при изгибе.

Тема 7. Оболочки. Устойчивость стержней

Основные положения теории оболочек. Тонкостенная осесимметричная оболочка. Пример расчета элемента тонкостенной оболочки вращения. Пример расчета толстостенной стальной трубы.

Концепция устойчивости. Модельные задачи и методы исследования устойчивости упругих систем. Задача Эйлера об устойчивости сжатого стержня. Устойчивость сжатого стержня с шарнирно закреплёнными краями. Устойчивость стержней с иными видами закрепления. Пределы применимости формулы Эйлера.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
7 семестр		
1	Практическое занятие 1. Определение сил, растягивающих или сжимающих стержни конструкции при нагружении системой	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	сходящихся сил. Определение напряжений в материале стержней. Определение реакции опор твердого тела, нагруженного произвольной плоской системой сил. Определение моментов силы относительно точки и оси. Определение главного момента системы сил, лежащих в одной плоскости	
2	Практическое занятие 2. Определение и построение в масштабе траектории точки, её скорости и ускорения при задании движения точки. Определение и построение в масштабе ускорения точки по его тангенциальной и нормальной составляющим	6
3	Практическое занятие 3. Методы решения задач динамики. Решение задач движения материальной точки, описываемого дифференциальными уравнениями относительно инерциальной системы отсчёта. Дифференциальные уравнения движения материальной точки относительно неинерциальной системы отсчёта	4
4	Практическое занятие 4. Общие теоремы динамики точки	6
6	Практическое занятие 5. Расчёты на прочность при растяжении и сжатии. Определение статически неопределимых балок. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Расчёт балок на прочность при изгибе	4
Итого по дисциплине		24

5.5 Лабораторный практикум

Номер темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (часы)
1	Лабораторная работа 1. 1) Определение коэффициента трения. 2) Определение центра тяжести твердого тела. 3) Определение характеристик прочности различных материалов на сжатие.	2
3	Лабораторная работа 2. 1) Исследование вынужденных колебаний материальной точки. 2) Определение периода колебаний математического маятника экспериментальным путем. 3) Определение моментов инерции звеньев плоского механизма методом качаний.	2
Итого по дисциплине (модулю)		4

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3]). Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 1. Подготовка к устному опросу и письменному 5-минутному тестированию.	6
2	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3]). Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 2. Подготовка к устному опросу и письменное 5-минутное тестирование.	6
3	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 6, 8]). Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 3. Подготовка к устному опросу и письменное 5-	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	минутное тестирование.	
4	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3]). Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 4. Подготовка к устному опросу и письменное 5-минутное тестирование.	6
5	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 6, 8]). Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 5. Подготовка к устному опросу и письменное 5-минутное тестирование.	6
6	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 6, 7]). Подготовка к лабораторной работе №1, обработка опытных данных, оформление отчета и подготовка к защите. Подготовка к устному опросу.	5
7	Изучение лекционного материала (конспект лекций и рекомендуемая литература [2, 5, 9, 10, 11]). Подготовка к лабораторной работе №2, обработка опытных данных, оформление отчета и подготовка к защите. Подготовка к устному опросу.	4
Итого по дисциплине (модулю)		39

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Минин, Л. С. **Сопротивление материалов. Расчетные и тестовые задания** / Л. С. Минин, Ю. П. Самсонов, В. Е. Хроматов ; под ред. В. Е. Хроматова. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 224 с. — ISBN 978-5-534-04329-7. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/soprotivlenie-materialov-raschetnye-i-testovye-zadaniya-406060#>.

2. Атапин, В. Г. **Сопротивление материалов : учебник и практикум для академического бакалавриата** / В. Г. Атапин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 342 с. — ISBN 978-5-534-01762-5. <https://biblio-online.ru/viewer/soprotivlenie-materialov-400998#>.

3.Соппротивление материалов: Методические указания и схемы заданий к расчетно-графическим работам для студентов всех специальностей / Сост.: И.А. Куприянов, Н. Б. Левченко, Г.С. Шульман; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 75 с.– ISBN6-7498-3367-6

4.СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. Учебник и практикум – 342 с 2017 / Гриф УМО - ISBN: 978-5-534-01762-5. - Режим доступа: <https://biblionline.ru/book/soprotivlenie-materialov-400998>

б) дополнительная литература

4.Феодосьев, В.И. **Соппротивление материалов.** – 13-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 592 с.– ISBN 968-5-9717-0345-6 Количество экземпляров 6

5. Александров, А. В. **Соппротивление материалов : учебник для студентов вузов** /А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. засл. деят. науки и техники РФ, акад. Рос. акад. архитектуры и строит. наук А.В. Александрова. – Изд. 5-е, стер.. – М: Высшая школа, 2007. - 559 с. – ISBN 945-6-8914-0987-3 Количество экземпляров 4.

6. **Соппротивление материалов: Пособие по решению задач** / И.Н. Миролюбов, Ф.З. Алмаметов, Н.А. Курицын и др.. – 6-е изд., перераб. и доп.. - СПб.: Лань, 2004. – 508 с.– ISBN 948-5-8614-0584-7

7. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. РАСЧЕТНЫЕ И ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ 3-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО 224с Год: 2017 / Гриф УМО СПО ISBN: 978-5-534-04329-7 <https://biblionline.ru/book/soprotivlenie-materialov-raschetnye-i-testovye-zadaniya-406060>

8. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики [Текст]: учебник для высш. технических учебн. завед. / С.М. Тарг. - М.: Высшая школа, 2009.- 416 с. ISBN 978. Количество экземпляров – 53.

9. Чернов, К.И. Основы технической механики [Текст]: учебник для техникумов / К.И. Чернов. - М: Машиностроение, 1986. - 256 с. ил. Количество экземпляров – 266.

10. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики [Текст]: учебник / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. 16-е изд. стер. - М.: Издательство «КНОРУС», 2011. – 608 с. ISBN 978-5-406-01977-1. Количество экземпляров – 2.

11. Мещерский, И.В. Сборник задач по теоретической механике [Текст]: учебное пособие /Под ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. 50-е изд. стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 448 с. ISBN 978-5-9511-0019-1. Количество экземпляров – 567.

12. Мовнин, М.С. Основы технической механики [Текст]: учебник / М. С. Мовнин, А.Б. Израелит, А.Г. Рубашкин; под ред. П.И. Бегуна. – 6-е изд. – СПб.: Политехника, 2013. – 286 с. ISBN 978-5-7325-1034-8. Количество экземпляров – 5.

13. Куклев, Е.А., Байрамов, А.Б., Арет, В.А., Колобов, Н.С. Механика [Текст]: методические указания по изучению дисциплины и выполнению кон-

трольной работы. / Университет ГА, СПб, 2013. – 31 с. Количество экземпляров – 300.

14. Ландау, Л.Д. Механика [Текст]: учебное пособие для студ. вузов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М.: Наука, – 1988. – 324 с. Количество экземпляров – 2.

15. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие для студ. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. Том 1 – Статика, кинематика. 11-е изд. стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 672 с. Количество экземпляров – 15.

16. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие для студ. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. Том 2. Динамика. 11-е изд. стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 672 с. Количество экземпляров – 15.

17. Дарков, А.В. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие для студ. / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. - М.: Высшая школа, 1989. – 654 с. Количество экземпляров – 3.

18. Александров, А.В. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин - М.: Высшая школа, 2003. - 560 с. ISBN 5-06-003732-0. Количество экземпляров – 3.

19. Гузенков, П.Г. Детали машин [Текст]: учебник для вузов. 4-е изд., испр. М.: Высшая школа, 1986. – 359 с. Количество экземпляров – 10.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

20. Open Mechanics. – Режим доступа: www.open-mechanics.com

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

21. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> свободный (дата обращения: 20.07.2017).

22. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> (дата обращения: 20.07.2017).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лаборатория механики (502): Макеты авиационных устройств, модулей.(валы, муфты, редукторы, пропеллер ВС и др.).

Лицензионный комбинированный макет (компьютеры, контроллеры, измерительные устройства, источник питания) для выполнению лабораторных работ по сопротивлению материалов и деталям машин.

Мультимедийный проектор с комплексом презентаций.

8 Образовательные и информационные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой, приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций обучающихся. Это позволяет учитывать как исходный уровень знаний обучающихся, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу и систематический контроль этой работы. Для организации лекционных и практических занятий, а также активной самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии.

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний.

Практическое занятие по дисциплине содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности обучающихся в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем, при домашней подготовке. Главная цель самостоятельной работы студентов – развитие способности организовывать и реализовывать свою деятельность без постороннего руководства и помощи. Самостоятельная работа подразумевает выполнение обучающимся поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к проектам.

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

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает устные и письменные опросы, дискуссии, тесты, практические и лабораторных задания, кейс-задачи.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Практические задания предназначены для закрепления теоретических знаний, а также для отработки умений и навыков. Это может быть решение задачи, построение схемы алгоритма, заполнение таблицы, выполнение определенной последовательности действий на компьютере, написание программы и т.д.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 3 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предусмотрено:

- балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации обучающихся. Данная форма формирования результирующей оценки учитывает активность обучающихся на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

- устный ответ на экзамене с оценкой по билетам, содержащим 3 вопроса.

9.1. Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине «Механика (прикладная механика)»

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактные виды занятий				
ЛР 1 (Тема 2).	6,2	10	4	
ПЗ 1 (Тема 3).	6,5	10	6	
ЛР 2 (Тема 3).	6,3	10	8	
ПЗ 2 (Тема 4) .	6,5	10	10	
ПЗ 3 (Тема 5) .	6,5	10	12	
ПЗ 4 (Тема 6)	6,5	10	14	

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
ПЗ 5 (Тема 7) .	6,5	10	16	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премияльных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку для зачета с оценкой				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

9.2. Темы рефератов, курсового проекта, эссе и т.д. по разделам дисциплины

Не предусмотрены.

9.3. Контрольные вопросы и задания для проведения Входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

9.3.1. Входной контроль не предусмотрен.

9.3.2. Текущий контроль успеваемости

Вопросы для проведения текущего контроля успеваемости

Тема 1.

- В чем заключаются задачи курса «Механика (прикладная механика)»?

- Назовите выдающихся русских ученых в области прочности материалов?
- Что называют прочностью, жесткостью, устойчивостью детали?
- Что такое расчетная схема объекта?
- Укажите геометрические признаки стержня, оболочки и массивного тела.
- Какой брус называется призматическим?
- Изложите основные требования при проектировании машин и сооружений?
- Какие силы в сопротивлении материалов считают внешними? Какие силы являются внутренними?
- Что называют внутренними усилиями?
- Как определяют внутренние усилия?
- Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?
- Являются ли реакции опор внутренними усилиями?
- В чем суть метода сечений?
- Какая особая точка в сечении принимается за центр приведения внутренних сил?
- Какую из отсеченных частей более целесообразно рассматривать в равновесии? Почему?
- Какие внутренние усилия возникают в поперечных сечениях бруса в случае действия на него плоской системы сил?
- Как вычисляются продольная и поперечная силы в сечении?
- Как вычисляется изгибающий момент?
- Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию?
- Какие внешние реактивные силы возникают в различных опорах?
- Какие уравнения используют для определения опорных реакций?
- Как проверить правильность определения реакций?
- Какими методами определяют внешние силы? Как называют метод для определения внутренних сил?
- Как классифицируются нагрузки, действующие на части машин и сооружений?
- Что такое сосредоточенная сила, распределенная нагрузка и момент?
- Какие нагрузки принято считать сосредоточенными?
- Какое тело называют бруском? Нарисуйте любой брус и укажите ось бруса и его поперечное сечение?
- Какие усилия включают в себя полная система внешних сил?
- Как в сопротивлении материалов располагают систему координат?
- Что в сопротивлении материалов называют внутренними силовыми факторами?
- Перечислите внутренние силовые факторы.
- Перечислите внутренние силовые факторы сечения бруса для общего случая, плоской задачи, линейной задачи?
- Как определяются внутренние силовые факторы через внешние силы?
- Запишите систему уравнений, используемую при определении внутренних силовых факторов в сечении?
- Как обозначается и как определяется продольная сила в сечении?

- Как обозначаются и как определяются поперечные силы?
- Как обозначаются и определяются изгибающие и крутящие моменты?
- Какие деформации вызываются каждым из внутренних силовых факторов?
- Поясните суть метода сечений.
- Чему равен главный вектор и главный момент внутренних сил?
- Как определяют внутренние силовые факторы?
- Какие основные виды деформаций вызываются внешними силами?
- Типы деформаций.
- Какие возможны виды деформации тела и как они связаны с внутренними силовыми факторами?
- В чём заключается количественная оценка деформаций?
- Перечислите простые виды сопротивления стержня.
- Дайте определение понятия «напряжения» и какие виды напряжения вы знаете?
- В каких единицах измеряются напряжения?
- Чем отличаются нормальные напряжения от касательных?
- Что оценивается величиной напряжений?
- Что такое равнопрочная конструкция?
- Как связаны напряжения в сечении с внутренними силовыми факторами?
- Что называется напряжением? Какая у него размерность?
- Какое напряжение называется нормальным и какое касательным?
- Как связаны напряжения в сечении с внутренними силовыми факторами?
- Как по отношению к площадке направлены нормальные и касательные напряжения? Как они обозначаются?
- Какие напряжения возникают в поперечном сечении при действии продольных сил?
- Какие напряжения возникают при действии поперечных сил?
- Как выражается размерность напряжения в системе СИ и в технической системе?
- Что называется деформацией? Какие деформации называют упругими?
- Какие деформации относятся к простым?
- Какие гипотезы используются при изучении курса «Механика (прикладная механика)»?
- Что следует понимать под напряженным состоянием в точке?
- Поясните, что такое линейная и угловая деформация.
- Сформулируйте закон Гука и принцип суперпозиции.
- Перечислите основные допущения сопротивления материалов.
- Дайте формулировку принципа Сен-Венана?
- Что называется абсолютным удлинением?
- Что понимается под гипотезой плоских сечений?
- В чем сущность и значение для расчетов принципа малости деформаций?
- В чем заключается принцип независимости действия сил (суперпозиции), при каких условиях этот принцип имеет место, для каких целей применяется?
- Как формулируется закон Гука?

- Что называют абсолютной и относительной линейными деформациями?
- Что такое коэффициент Пуассона?
- Как записывается закон Гука для растяжения (сжатия)?
- В чем различия между деформациями и перемещениями?
- Как определить потенциальную энергию деформации при растяжении (сжатии)?
- Что называют прочностью, пластичностью, упругостью, твердостью материала?
- Что называют пределом пропорциональности, упругости, текучести, прочности (временным сопротивлением) материала?
- Чем характеризуют пластичность материала? По какому признаку материалы делят на хрупкие и пластичные?
- Что такое принцип начальных размеров?
- В чем заключается гипотеза о сплошности и изотропности материалов? Какие тела называются анизотропными?
- Дайте определение нормативного (R_n) и расчетного (R) сопротивления и опишите, как они устанавливаются?
- Какая из механических характеристик выбирается в качестве предельного напряжения для пластичных и хрупких материалов?
- В чем различие между предельным и допускаемым напряжениями?
- Что называется относительной продольной и относительной поперечной деформацией? Для чего они определяются?
- Какие напряжения считают предельными для материалов?
- Что представляет собой коэффициент запаса прочности, с какой целью и как его назначают?
- В чем заключается условие прочности элемента конструкции?
- Как составляют условие жесткости для элементов конструкций?
- В чем основное назначение определения твердости готовых деталей?
- Какие напряжения считают предельными для материалов?
- Что представляет собой коэффициент запаса прочности, с какой целью и как его назначают?
- В чем заключается условие прочности элемента конструкции?
- Что представляет собой допускаемое напряжение? Как его определяют?
- Как составляют условие жесткости для элементов конструкции?
- С какой целью проводятся механические испытания материалов? Какие напряжения являются опасными для пластичных и хрупких материалов?
- Что называется допускаемым напряжением? Как оно выбирается для пластичных и хрупких материалов?
- Что называется коэффициентом запаса прочности и от каких основных факторов зависит его величина?
- Какие три типа расчетов встречаются при расчете прочности конструкций? Напишите условия прочности при растяжении для каждого из этих видов задач?

Тема 2.

- Для чего необходимо знать механические характеристики материала?
- Какие виды испытаний материалов применяются на практике?
- Какая испытательная техника используется для испытания материалов?
- Какие характерные точки имеет диаграмма растяжения стали?
- Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести и пределом прочности?
- Какое явление называют текучестью?
- Что такое «шейка», в какой точке диаграммы растяжения она образуется?
- Почему полученные при испытаниях механические характеристики носят условный характер?
- В чем различия между упругими и пластичными деформациями?
- Перечислите характеристики прочности?
- Перечислите характеристики пластичности?
- Чем отличается абсолютная продольная и относительная продольная деформации?
- Какова размерность относительной деформации?
- Назовите все характеристики прочности материала. Сколько их?
- Назовите характеристики пластичности?
- Какие материалы считаются хрупкими? Какие из механических характеристик выступают в качестве порогового критерия?
- Что называется модулем продольной упругости E ? Как сказывается величина E на деформации бруса?
- Как формулируется закон Гука?
- Напишите формулы для абсолютной и относительной продольной деформации.
- Что называют коэффициентом Пуассона и в каких пределах он принимает значения для различных материалов?
- Какое явление называют «наклёпом» (нагартовкой)?
- Чем отличается диаграмма растяжения малоуглеродистой стали от диаграммы для высокоуглеродистой стали?
- Что называют упругостью, пластичностью, ползучестью?
- Чем отличаются диаграммы растяжения и сжатия для пластичных материалов?
- Чем отличаются диаграммы растяжения и сжатия для хрупких материалов?
- О чём свидетельствует появления на образце линий Людерса-Чернова?
- Что называют обобщённым законом Гука?
- Как записывается условие пластичности Треска-Сен-Венана?
- Как записывают в главных напряжениях условие пластичности Губера-Мизеса-Генки?
- Какие материалы называют анизотропными?
- Как изменяются механические свойства материала с повышением и понижением температуры?

- В чем разница между диаграммой растяжения, вычерченной автоматически, и приведенной диаграммой растяжения?
- Сопоставьте диаграммы растяжения и сжатия стали и чугуна. Какие отличия наблюдаются в характере разрушения образцов из этих материалов?
- Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести, пределом прочности?
- Какие деформации называются упругими и какие остаточными? Что называется наклепом, последействием, релаксацией?
- Как определяется работа внешней силы и потенциальная энергия в образце по диаграмме растяжения? В каких случаях эти величины совпадают?
- Дайте определение нормативного (R_n) и расчетного (R) сопротивления и опишите, как они устанавливаются?
- Какая из механических характеристик выбирается в качестве предельного напряжения для пластичных и хрупких материалов?
- В чем различие между предельным и допускаемым напряжениями?
- Что называется относительной продольной и относительной поперечной деформацией? Для чего они определяются?
- Какая разница между условной и истинной диаграммами напряжений?
- Можно ли определить модуль упругости E по диаграмме растяжения?
- При достижении какого состояния образца на его поверхности появляются линии Чернова (Людерса)?
- Что понимается под наклепом материала?
- Что выражает собой площадь диаграммы растяжения?
- Какое влияние на испытуемый материал оказывает повышение и понижение температуры?
- В чем особенность диаграммы растяжения пластичных материалов?
- Назовите характеристики пластичности материала.
- Сравните механические характеристики при растяжении и сжатии?
- Что такое испытания на ударную вязкость?
- Для чего определяют твердость материалов?
- Какие материалы называются пластичными, а также хрупкими?
- Что называют прочностью, пластичностью, упругостью, твердостью материала?
- Что называют пределом пропорциональности, упругости, текучести, прочности (временным сопротивлением) материала?
- Чем характеризуют пластичность материала? По какому признаку делят материалы на пластичные и хрупкие?
- В чем основное назначение определения твердости готовых деталей?
- Что представляет собой коэффициент запаса прочности, с какой целью и как его назначают?
- В чем заключается условие прочности элемента конструкции?
- Как составляют условие жесткости для элементов конструкций?
- В чем основное назначение определения твердости готовых деталей?

Тема 3

- Что называется стержнем?
- Какой вид нагружения стержня называется осевым растяжением (сжатием)?
- Какие внутренние силовые факторы возникают в сечении бруса при растяжении и сжатии?
- Как распределяются по сечению силы упругости при растяжении и сжатии? (Использовать гипотезу плоских сечений.)
- Как вычисляется значение продольной силы в произвольном поперечном сечении стержня?
- Какого характера напряжения возникают в поперечном сечении при растяжении и сжатии: нормальные или касательные?
- Как распределены нормальные напряжения в поперечных сечениях центрально-растянутого или центрально-сжатого стержня и по какой формуле они определяются?
- Получите формулу нормальных напряжений при растяжении-сжатии? Какие предпосылки используются при выводе этой формулы?
- Как записывается условие прочности бруса при растяжении (сжатии)? Какие виды задач решаются с помощью условия прочности?
- В каких единицах измеряется напряжение?
- Как изменится величина напряжения, если площадь поперечного сечения возрастет в 4 раза?
- Как назначаются знаки продольной силы и нормального напряжения?
- Как связаны гипотеза плоских сечений (гипотеза Бернулли) и закон распределения нормальных напряжений в поперечном сечении растянутого (сжатого) стержня?
- Раскройте понятие эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений. Для чего они строятся?
- Что показывает эпюра продольной силы?
- Что представляют собой эпюры внутренних силовых факторов? С какой целью их строят?
- Опишите технику построения эпюры продольных сил в брус, нагруженном несколькими сосредоточенными силами по оси бруса?
- Как вычислить значение продольной силы в произвольном поперечном сечении бруса?
- Как вычислить напряжения в поперечном сечении бруса при растяжении и сжатии? Как они распределены по поперечному сечению?
- Как определяют абсолютное удлинение ступенчатого бруса, нагруженного несколькими силами?
- Как определяется удлинение призматического бруса от собственного веса?
- Какое влияние оказывает собственный вес стержня при проектировании сооружения?
- Что понимается под брусом равного сопротивления?
- Запишите формулы для определения удлинения бруса. Что характеризует произведение $AЕ$ и как оно называется?

- Какие деформации бруса называются абсолютными и какие относительными?
- Что называется удлинением стержня (абсолютной продольной деформацией)? Что такое относительная продольная деформация? Каковы размерности абсолютной и относительной продольных деформаций?
- Опишите технику определения продольных и поперечных деформаций бруса при растяжении-сжатии?
- Стальной стержень длиной 1,5 м вытянулся под нагрузкой на 3 мм. Чему равно относительное удлинение? Чему равно относительное сужение? ($\mu = 0,25$)
- Что характеризует модуль упругости материала? Какова единица измерения модуля упругости?
- Что называется модулем упругости E ? Как влияет величина E на деформации стержня?
- Что называется жесткостью поперечного сечения стержня при растяжении (сжатии)?
- Относительные деформации и перемещения.
- Что понимается под жесткостью при растяжении или сжатии стержня?
- Принципы расчета на жесткость.
- Типы задач при расчетах на жесткость.
- Примеры влияния жесткости на работоспособность конструкции.
- Сформулируйте закон Гука. Напишите формулы для абсолютной и относительной продольных деформаций стержня.
- Что происходит с поперечными размерами стержня при его растяжении (сжатии)?
- Что характеризует коэффициент поперечной деформации?
- Что такое коэффициент Пуассона? В каких пределах он изменяется?
- Как определяется коэффициент Пуассона?
- Какая разница между статически определимой и статически неопределимой стержневой системой?
- Какие системы называют статически неопределимыми? Как установить степень статической неопределимости системы?
- В какой последовательности рассчитывают статически неопределимые системы?
- Сколько уравнений статики нужно составить для системы сил, лежащих на одной прямой?
- Сколько уравнений статики нужно составить для системы сил, расположенных как угодно в плоскости, но сходящихся в одной точке?
- Сколько уравнений статики нужно составить для системы сил, расположенных как угодно в плоскости и не сходящихся в одной точке?
- Какое влияние оказывает на стержневую статически неопределимую систему изменение температуры?
- Как учитываются в статически неопределимых стержневых системах монтажные напряжения?
- Как ведется расчет статически неопределимых систем по методу разрушающих нагрузок?

- Объясните метод расчета статически неопределимых стержневых систем по предельному состоянию?
- Во сколько раз (примерно) поперечная деформация меньше продольной при осевом растяжении (сжатии) стальных стержней?
- При проведении испытаний были получены различные значения коэффициента Пуассона для стали: 0,15; 0,28; 0,4. Укажите, какие значения ошибочны?
- Вычислите продольную силу, возникающую в поперечном сечении растянутого стержня, если нормальные напряжения в этом сечении равны 140 МПа, а его площадь составляет 100 мм²?
- Определение нормальных и касательных напряжений на наклонных площадках при растяжении – сжатии. Вывод формулы.
- Вывести формулу определения нормальных напряжений при растяжении-сжатии.

Тема 4

- Для чего необходимы геометрические характеристики плоских сечений?
- Что такое статический момент плоской фигуры? Какова его размерность?
- Какими свойствами обладает статический момент?
- Относительно каких осей статический момент равен нулю?
- Как определяется положение центра тяжести сечения?
- Вывести формулы для определения осевых моментов инерции простых фигур: прямоугольник, круг.
- Выведите зависимости между осевыми и центробежными моментами инерции сечения для параллельных осей.
- Как определяются координаты центра тяжести сложной площади?
- Что понимается под осевым, полярным и центробежным моментами инерций? Какими свойствами они обладают? Их размерность?
- Что такое полярный момент инерции?
- Почему осевые и полярные моменты инерции не могут быть отрицательными?
- Относительно какой из параллельных осей осевой момент инерции наименьший?
- Когда используют полярный момент сопротивления?
- Для определения каких напряжений используют осевой момент сопротивления?
- Как записываются формулы перехода для моментов инерции при параллельном переносе осей?
- Какие свойства имеют главные центральные моменты инерции сечений?
- Как определяют главные моменты инерции сложных сечений, имеющих оси симметрии?
- Чему равен осевой момент инерции относительно центральной оси?
- Чему равен осевой момент инерции для круга и кольца?
- Какие оси называются главными центральными осями инерции?
- Какими выражениями определяются величины главных моментов инерции и положение главных осей? Получите эти выражения?

- Для каких сечений положение главных осей можно указать без вычислений?
- Получите соотношение между осевыми и полярными моментами инерции сечения?
- Получите выражения главных центральных моментов инерции для прямоугольного и кругового сечений?
- Что такое момент сопротивления сечения? Чему он равен для прямоугольного и круглого сечения?
- Что такое радиус инерции?
- Как строится эллипс инерции сечения? Для чего он строится?
- Что такое главные центральные оси инерции?
- Какая геометрическая характеристика используется при определении прогиба?
- Какая геометрическая характеристика используется при определении угла закручивания?
- Какая геометрическая характеристика используется для определения максимальных касательных напряжений при кручении и максимальных нормальных напряжений при изгибе?
- Назовите основные геометрические характеристики поперечных сечений.
- Какие оси называются центральными осями ?
- Напишите зависимости между моментами инерции относительно параллельных осей.
- Как изменяются моменты инерции при повороте координатных осей?
- Какие оси и какие моменты инерции называются главными ?
- Напишите значения моментов инерции для простых сечений: прямоугольника, треугольника, круга, полукруга.
- В какой последовательности определяется положение главных центральных осей для составных сечений ?
- Вычислите полярный момент инерции круга диаметром 80 мм?
- Вычислите полярный момент инерции поперечного сечения трубы. Наружный диаметр трубы $d_n=100$ мм, внутренний $d_v=90$ мм.
- Вставьте (устно) пропущенное слово: Статическим моментом площади сложного сечения называется сумма произведений площадей на расстояние от ... до их центров тяжести.
- Вставьте (устно) пропущенные слова: Координата центра тяжести сечения u_c определяется как отношение суммы ... к сумме
- Вставьте (устно) пропущенные слова: Осевым моментом инерции площади поперечного сечения называется взятый по всей площади сечения F интеграл от произведения элементарных площадок на ... их расстояния от ... до этих площадок.
- Зависит ли статический момент сечения от расстояния фигуры до оси, относительно которой он вычисляется?
- Во сколько раз изменится осевой момент инерции I_{zc} сечения бруса, если он от круглого сечения был обработан до квадратного?
- Определите I_{\min} прямоугольного сечения со сторонами a и $4a$.

- Определите I_{oc} для круглого сечения диаметром $d=16$ см.
- Вычислить момент инерции сплошного круглого сечения диаметром $d=4$ см относительно центральной оси.
- Определить, на сколько (в %) уменьшится площадь и полярный момент инерции кольцевого сечения по сравнению со сплошным круглым, если наружный диаметр кольца D равен диаметру круга D . Отношение внутреннего диаметра кольца d к наружному D равно 0,5.

Тема 5

- Какой вид нагружения называется кручением?
- При каком нагружении возникает кручение бруса (вала)?
- Какой силовой фактор вызывает закручивание бруса?
- Что такое крутящий момент?
- Что называется валом?
- Как называется напряженное состояние, возникающее при кручении круглого бруса (вала)?
- Какие деформации возникают при кручении?
- Какие гипотезы выполняются при деформации кручения?
- Изменяются ли длина и диаметр вала после скручивания?
- Какие внутренние силовые факторы возникают при кручении?
- Что такое рациональное расположение колес на валу?
- Вывести формулу для определения напряжений в поперечном сечении скручиваемого круглого бруса.
- Вывести формулы для определения относительного и полного угла закручивания круглого бруса.
- Какая теоретическая зависимость существует между внешним крутящим моментом, поступающим на вал, и передаваемой мощностью?
- Как вычисляется скручивающий момент, передаваемый шкивом, по заданной мощности и числу оборотов в минуту?
- Как вычисляют значение крутящего момента в поперечном сечении вала?
- Что такое эпюра крутящего момента и как она строится?
- Для чего строится эпюра крутящих моментов?
- Опишите технику построения эпюры крутящих моментов?
- Какие предпосылки используются в теории кручения круговых брусьев?
- Перечислите гипотезы, принимаемые в теории кручения прямого вала круглого поперечного сечения.
- Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого вала при кручении и как они направлены?
- По какой формуле определяется касательное напряжение при кручении?
- Напишите формулу для определения напряжений в поперечном сечении скручиваемого круглого вала.
- Получите формулу касательных напряжений при кручении кругового бруса? Охарактеризуйте эпюру напряжений? Каким выражением определяются наи-

большие касательные напряжения, как записывается условие прочности при кручении?

- Как распределяется касательное напряжение при кручении? Чему равно напряжение в центре круглого поперечного сечения?

- Какое напряженное состояние возникает в каждой точке круглого вала при кручении?

- Напишите формулу для расчета напряжения в любой точке поперечного сечения?

- Напишите формулу для расчета напряжения на поверхности вала при кручении? Как изменится напряжение, если диаметр вала увеличится в два раза?

- Почему для деталей, работающих на кручение, выбирают круглое поперечное сечение?

- В чем заключается расчет на прочность при кручении?

- В чем заключается расчет на жесткость при кручении?

- Напишите формулу для определения относительного и полного угла закручивания круглого вала.

- Почему при одинаковой прочности и жесткости вал кольцевого поперечного сечения легче, чем вал сплошного круглого сечения?

- Как разрушаются при кручении стержни из пластического материала? Как объяснить такой тип разрушения?

- Как разрушаются при кручении стержни из хрупкого материала? Как объясняется такой тип разрушения?

- Охарактеризуйте особенности деформации брусков не кругового сечения. В чем сущность гидродинамической аналогии?

- Как вычислить потенциальную энергию деформации, накапливаемую валом при кручении?

- Почему нельзя для бруса некруглого поперечного сечения вывести методами сопротивления материалов формулу для определения напряжения и угла закручивания?

- Какой из брусков тонкостенного сечения имеет большее сопротивление кручению: с замкнутым или незамкнутым профилем?

- Какие допущения положены в основу вывода формулы для касательных напряжений, возникающих в поперечном сечении вала при кручении?

- Какое напряженное состояние возникает в каждой точке бруса круглого сечения при кручении?

- В каких точках бруса круглого сечения возникают наибольшее касательное напряжение? Как их вычисляют?

- Что такое полярный момент инерции? Какой физический смысл имеет эта величина? В каких единицах измеряется?

- По каким формулам вычисляют полярные моменты инерции и сопротивления для круглого и кольцевого сечения?

- Что такое полярный момент сопротивления сечения бруса (W_p)? Получите выражение W_p для кругового сечения?

- Напишите выражение W_p для кольцевого сечения? Почему его нельзя вычислять как разность моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?
- Вычислите полярный момент сопротивления сечения круглого сплошного вала $d=30$ мм?
- Как распределяются касательные напряжения по поперечному сечению вала?
- Как проявляется закон парности касательное напряжение при кручении?
- Как определяется диаметр вала из условия прочности?
- Как определяется диаметр вала из условия жесткости?
- Как изменится напряжение в сечении, если диаметр вала уменьшить в два раза?
- Проведены расчеты вала на прочность и жесткость. Получено: диаметр вала из расчета на прочность 65 мм, диаметр вала из расчета на жесткость 70 мм. Каким должен быть вал?
- Как изменится угол закручивания вала, если крутящий момент увеличить в 4 раза, а диаметр уменьшить в 2 раза?
- Как определяется потенциальная энергия при кручении?
- Что называется жесткостью сечения при кручении?
- Что называется полярным моментом сопротивления, в каких единицах он выражается и чему равен (для круга и кольца)?
- Чем объясняется, что вал кольцевого сечения при кручении экономичнее вала сплошного сечения?
- Чему равны наибольшие касательные напряжения и наибольшие главные напряжения в скручиваемом вале круглого сечения? В каких точках они возникают?
- Как разрушаются при кручении стальные чугунные и деревянные валы? Как объяснить характер разрушения для каждого из этих материалов?
- Чему равна потенциальная энергия деформации кручения вала круглого сечения? Запишите соответствующую формулу.
- Как производится расчет вала на прочность при кручении?
- Как выбираются допускаемые напряжения при расчете на кручение?
- Как производится расчет вала на жесткость при кручении?
- Охарактеризуйте расчет статически неопределимых валов.
- Как формулируется закон Гука при сдвиге?
- Какой физический смысл у модуля упругости?
- Чему равен модуль упругости материала при кручении для стали? В каких единицах он измеряется?
- Что представляет собой деформация сдвига?
- Как обозначается деформация при сдвиге?
- Укажите единицы измерения напряжений сдвига и смятия и модуля упругости.
- Какой вид напряженного состояния называют чистым сдвигом?
- Что понимается под абсолютным сдвигом?
- Определите понятие относительного сдвига?
- Как записывается условие прочности при сдвиге?

- Какие внутренние силовые факторы возникают при сдвиге?
- Какая связь между углом сдвига и углом закручивания?
- Сформулируйте закон парности касательных напряжений?
- Что такое срез?
- Что такое смятие?
- Какие допущения проложены в основу практических расчетов элементов конструкции на срез и смятие?
- Опишите процесс разрушения при срезе?
- Чем отличается деформация сдвига от деформации среза?
- Как определяется потенциальная энергия при сдвиге?
- Как выбирается допускаемое напряжение при сдвиге?
- Что понимается под деформацией смятия?
- В чем заключается явление смятия и в каких местах оно наблюдается?
- Как записывается условие прочности на срез и на смятие?
- Как находится площадь смятия при соприкосновении цилиндрических поверхностей?
- Как определяется расчетная величина площади на срез и на смятие при болтовых соединениях листовых элементов внахлестку и с помощью накладок?
- Какие виды деформации испытывает нагруженное заклепочное соединение?
- Как учесть количество деталей, использованных для передачи нагрузки при расчетах на сдвиг и смятие?
- Почему при расчете на смятие цилиндрических деталей вместо боковой цилиндрической поверхности подставляют плоскость, проходящую через диаметр?
- Чем отличается расчет на прочность при сдвиге односрезной заклепки от двухсрезной?
- Какие виды сварных швов используются на практике?
- Как рассчитывается сварной шов встык?
- Как рассчитывается сварной шов внакладку?
- Какие напряжения возникают в сечении витка цилиндрической винтовой пружины, нагруженной осевой силой? Как они определяются?
- Как вычислить осадку цилиндрической винтовой пружины?
- Из каких сталей изготавливаются пружины с малым шагом?
- На какую деформацию ведется расчет пружин с малым шагом?
- Как ведется конструктивный расчет пружины?

Тема 6.

- Что называется балкой?
- Какой вид нагружения называется изгибом?
- Какой изгиб называется чистым, поперечным?
- Какой изгиб называют чистым, поперечным, прямым и косым?
- Чем отличается чистый изгиб от поперечного изгиба, прямой изгиб от косоугольного изгиба?
- Сформулируйте определение «поперечный изгиб»?

- Сформулируйте понятие «чистый изгиб»?
- Какую плоскость называют силовой?
- Что понимается под волокнами бруса? В чем сущность гипотезы плоских сечений и допущения о ненадавливании волокон друг на друга?
- Что такое нейтральная линия, силовая линия?
- Докажите, что при прямом изгибе нейтральная линия является центральной главной осью поперечного сечения бруса?
- Какие силовые факторы возникают в сечении балки при чистом изгибе?
- Какие силовые факторы возникают в сечении при поперечном изгибе?
- Какой силовой фактор вызывает изгиб бруса? Охарактеризуйте тип деформации бруса при изгибе? Что такое нейтральный слой?
- Что такое изгибающий момент (M_x)? Выразите M_x через напряжения в рассматриваемом сечении? Как определяется M_x через внешние силы?
- Что такое поперечная сила (Q_y)? Как определяется Q_y через внешние силы?
- Чем отличается статически определимая балка от статически неопределимой?
- Для чего в многопролетных балках вводятся промежуточные шарниры?
- Какие виды нагрузок могут действовать на балку?
- Какие виды опор встречаются при расчете балок? Чем они отличаются?
- Что подразумевается под понятием «поперечная сила»? как она определяется?
- Какое правило законов для определения поперечной силы используется?
- Сформулируйте определения понятия «изгибающий момент, действующий в сечении балки»?
- Каково правило законов для определения изгибающего момента используется?
- Как вычисляется изгибающий момент в поперечном сечении балки?
- Как вычисляются поперечная и продольная силы в поперечном сечении балки?
- Как определить значение поперечной силы и изгибающего момента в произвольном сечении балки?
- Как определить знаки поперечной силы и изгибающего момента?
- Какие уравнения используются для определения значений опорных реакций?
- Как проверить правильность определения опорных реакций?
- Как формулируется гипотеза плоских сечений?
- Что представляют собой нейтральный слой и нейтральная линия и как они расположены?
- По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении балки при чистом изгибе и как они изменяются по высоте балки?
- Что называется моментом сопротивления при изгибе и какова его размерность?
- Для чего строят эпюры внутренних силовых факторов?
- Как можно контролировать построение эпюр поперечных сил Q и изгибающих моментов M ?
- Опишите особенности очертания эпюр M_x и Q_y : в каких сечениях наблюдаются скачкообразные изменения ординат в эпюре M_x ; на каких участках эпюра

M_x — линейная функция, а $Q_y = \text{const}$, почему в местах приложения поперечной сосредоточенной силы в эпюре Q_y — скачок, а в эпюре M_x — «излом» направления касательной; почему в сечениях, в которых M_x имеет экстремальные значения, $Q_y = 0$ или проскакивает через нулевое значение?

- Если эпюра поперечной силы ограничена наклонной прямой, как выглядит эпюра изгибающего момента?

- Как определить положение экстремального значения изгибающего момента при действии распределенной нагрузки на участке балки?

- Распределенная нагрузка направлена вверх. Как выглядит парабола, очерчивающая эпюру изгибающих моментов вдоль оси бруса?

- Какой линией очерчена эпюра изгибающих моментов, если закон их изменения

$$M = R_A \cdot z - \frac{q \cdot z^2}{2} \quad ?$$

по длине балки выражается уравнением:

- Как находят опасные сечения?

- Какими зависимостями связаны изгибающий момент, поперечная сила и интенсивность распределенной нагрузки? Как эти зависимости используют при проверке правильности построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов?

- Получите дифференциальные зависимости между изгибающим моментом (M_x), поперечной силой (Q_y) и интенсивностью внешней нагрузки q ?

- В какой последовательности строят эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?

- Почему для определения значения поперечной силы и изгибающего момента в произвольном сечении балки на двух опорах необходимо знать реакции опор?

- Как изменяется поперечная сила в сечении балки, к которому приложена сосредоточенная сила? Как изменяется значение изгибающего момента в сечении балки, к которому приложен сосредоточенный момент?

- Как определить максимум и минимум эпюры изгибающих моментов?

- Какие допущения положены в основу вывода формулы для определения нормальных напряжений при изгибе?

- Получите соотношение между величиной изгибающего момента и кривизной изогнутой оси бруса?

- Получите формулу нормальных напряжений при изгибе? Охарактеризуйте эпюру напряжений, величину наибольших нормальных напряжений, момента сопротивления сечения балки при изгибе?

- Получите формулу сдвигающей силы в продольных сечениях бруса при изгибе. Как используется эта формула при расчете составных сечений балок?

- Получите формулу касательных напряжений при изгибе? Охарактеризуйте параметры, входящие в эту формулу, и постройте эпюры напряжений для прямоугольного и двутаврового сечений бруса?

- Приведите формулировку и аналитическую запись условия прочности при изгибе?

- Покажите, как используется условие прочности при подборе сечения балки, определения допустимой величины изгибающего момента при заданном сечении балки, проверку прочности балки при заданной нагрузке?
- Как распределяются нормальные напряжения по поперечному сечению балки? В каких точках сечения они достигают наибольшего значения?
- Напишите формулу для определения нормального напряжения при изгибе в любой точке поперечного сечения?
- Напишите формулы для определения момента инерции и момента сопротивления для прямоугольника. Что характеризуют эти величины? Укажите единицы измерения этих величин?
- Напишите условие прочности при изгибе?
- Подберите размеры поперечного сечения балки в виде швеллера? Максимальный изгибающий момент 15кНм; допускаемое напряжение материала балки 160 МПа.
- Почему при поперечном изгибе в продольных сечениях балки возникают касательные напряжения?
- Каким опытом можно подтвердить возникновение касательных напряжений в продольных сечениях балки?
- Что представляет собой нейтральная линия сечения? Как определить ее положение?
- В каких точках поперечного сечения возникают при поперечном изгибе балки наибольшие касательные напряжения? Как их определить?
- Как составляют условие прочности балки при изгибе?
- Дифференциальные зависимости при изгибе.
- Правило знаков при построении эпюр.
- По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе?
- Сформулируйте теорему Д.И. Журавского?
- Какое напряжение в сечении балки вызывает поперечная сила?
- Какое напряжение в сечении балки вызывает изгибающий момент?
- Запишите формулу для определения касательных напряжений в поперечных сечениях балки при прямом поперечном изгибе?
- Как распределяются нормальные напряжения по высоте сечения балки?
- Как распределяются касательные напряжения по высоте сечения балки?
- Как записываются условия прочности при поперечном изгибе балки по нормальным напряжениям?
- Как записываются условия прочности при поперечном изгибе балки по касательным напряжениям?
- Какова разница в расчетах балок по допускаемой нагрузке и по допускаемым напряжениям?
- Как производится проверка прочности балки по главным напряжениям?
- Как определяется потенциальная энергия при поперечном изгибе?
- Как ведется расчет балок по разрушающей нагрузке?

- Какой вид имеют эпюры касательных напряжений в поперечных сечениях прямоугольной и двутавровой формы?
- Как находятся главные напряжения при изгибе?
- Как направлены главные площадки на уровне нейтрального слоя и в точках, наиболее удаленных от этого слоя?
- Что представляют собой траектории главных напряжений?
- Прогобы и углы поворота при изгибе.
- Какие формы поперечных сечений являются рациональными для балок из пластичных материалов?
- Какие перемещения получают поперечные сечения балок при прямом изгибе?
- Что называется упругой линией балки?
- Какие виды перемещений получают поперечные сечения балки при изгибе балок?
- Что называется прогибом балки?
- Какая зависимость между прогибами и углами поворота сечений балки?
- На основании каких соображений точное дифференциальное уравнение прогибов балки заменяется приближенным?
- Выведите дифференциальное уравнение упругой линии балки?
- Сколько произвольных постоянных вводится при интегрировании уравнения прогибов и как они определяются?
- Запишите основное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
- Какими величинами характеризуется при поперечном изгибе жесткость балки?
- Как записывается приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки?
- Что называют упругой линией балки?
- Какая зависимость существует между радиусом кривизны упругой линии ρ , изгибающим моментом M_x и жесткостью балки EJ_x ?
- Как записать дифференциальное уравнение упругой линии? Из каких условий определяют постоянные при его интегрировании?
- Как вычисляют потенциальную энергию деформации, накапливаемую в балке при изгибе?
- Объясните смысловую сторону метода непосредственного интегрирования?
- Как записывается универсальное уравнение упругой линии балки?
- Что называется жесткостью сечения при изгибе?
- Как из основного (приближенного) дифференциального уравнения изогнутой оси балки получают выражения углов поворота и прогибов ее сечений?
- Из каких условий определяются постоянные интегрирования, входящие в уравнение углов поворота и прогибов сечений балки?

Тема 7.

- Что называется оболочкой?
- Приведите примеры конструкций, которые могут быть отнесены к оболочкам?
- Какие элементы конструкций относятся к тонкостенным сосудам?
- Что является границей между тонкостенными и толстостенными сосудами?

- Какая теория используется при расчете тонкостенных сосудов?
- Какая поверхность называется срединной поверхностью оболочки?
- Какая оболочка называется осесимметричной?
- Сформулируйте основные положения безмоментной теории оболочек?
- В каких случаях можно использовать безмоментную теорию?
- Запишите уравнение Лапласа для тонкой оболочки.
- Запишите уравнение равновесия отсеченной части осесимметричной оболочки.
- Запишите условие четвертой теории прочности для оболочек.
- На чем основан расчет газгольдера?
- На чем основан расчет котла?
- Какая разница между меридиальным и окружным напряжениями?
- Почему при достижении предельного давления в трубе она разрушается по образующей?
- Чем принципиально отличается расчет тонкостенного и толстостенного сосудов?
- Опишите явление потери устойчивости.
- Чем опасна потеря устойчивости?
- Причины потери устойчивости.
- Что понимается под устойчивым и неустойчивым равновесием?
- Какая механическая система называется устойчивой и неустойчивой?
- Приведите примеры устойчивых и неустойчивых объектов.
- Что означает выражение «сжатый стержень потерял устойчивость»?
- Какие брусья следует рассчитывать на устойчивость?
- Какая сила называется критической?
- Почему в реальных конструкциях сжимающие стержень силы должны быть меньше критических?
- Почему нельзя допускать потерю устойчивости элементов конструкций?
- Как влияют условия закрепления стержня на величину критической силы?
- Что понимается под запасом устойчивости?
- Как записывается формула Эйлера?
- Получите выражение критической силы по Эйлеру для центрально сжатых стержней?
- Охарактеризуйте влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы?
- Получите выражение для критических напряжений по Эйлеру?
- В каких случаях формула Эйлера дает ошибочный результат и почему?
- Объясните формулу Эйлера и предел ее применимости.
- Почему в формулу Эйлера вводится минимальный момент инерции?
- Почему существуют ограничения в применении формулы Эйлера? В чем они заключаются?
- Запишите формулу Эйлера с учетом условий закрепления стержня.
- Сформулируйте условие применимости формулы Эйлера.

- При каких условиях можно использовать формулу Эйлера для расчета критической силы?
- Напишите формулу Эйлера для расчета критической силы и назовите входящие величины и их единицы измерения?
- Как находятся критические напряжения для стержней средней и малой гибкости?
- Какой вид имеет график опасных напряжений для центрально-сжатых стержней?
- Что выражает собой коэффициент продольного изгиба φ , от каких параметров он зависит и как используется при расчете стержней на устойчивость?
- В чем заключается условие устойчивости сжатого стержня?
- Что называют гибкостью стержня, какой смысл заложен в этом названии? Назовите категории стержней в зависимости от гибкости?
- От каких параметров стержня зависит предельная гибкость?
- В чем заключается расчет сжатого стержня на устойчивость?
- Напишите условие устойчивости. Чем отличается допускаемая сжимающая сила от критической?
- Как влияет закрепление концов стержня на критическое значение силы?
- Какие формы сечения более рациональны для гибких сжатых стержней?
- Критические напряжения.
- Порядок расчёта сжатых стержней на устойчивость.
- Что такое приведенная длина стержня? От чего она зависит?
- Что такое гибкость стержня?
- Как определяется гибкость стержня?
- Вычислите гибкость стержня круглого поперечного сечения диаметром $d=6$ см. Длина стержня $l=120$ см, концы закреплены шарнирно?
- Какие эмпирические формулы используются, если гибкость стержня меньше предельной величины?
- Как определяется допускаемое напряжение при продольном изгибе, если формулой Эйлера воспользоваться нельзя?
- От каких факторов зависит коэффициент уменьшения допускаемого напряжения φ ?
- Как определяется напряжение при продольно-поперечном изгибе?
- Рациональное расположение сечений для предотвращения потери устойчивости.
- Запишите формулу Ясинского.
- Когда применяется зависимость Ясинского?
- Какие стержни называются стержнями большой, средней и малой гибкости?
- Могут ли быть такие случаи, когда сжатый стержень не будет терять устойчивость?
- Нарисуйте график зависимости $\sigma_{кр} = f(\lambda)$.
- Опишите в общем виде схему расчета сжатых стержней с помощью коэффициента уменьшения допускаемого напряжения.
- Какие случаи загрузки называют продольно-поперечным изгибом?

- В чем сложность расчета на продольно-поперечный изгиб?
- Приведите формулу Перри и охарактеризуйте ее использование в расчетах?
- Опишите принцип расчета стержней при продольно-поперечном изгибе?

9.3.3. Типовые вопросы для экзамена

Тема 1.

- Задачи науки о сопротивлении материалов, последовательность решения их применительно к тому или иному реальному объекту (привести пример).
- Какие допущения о свойствах материалов приняты в курсе "Механика (прикладная механика)"?
- Какие основные предпосылки положены в основу науки о сопротивлении материалов?
- Что понимают под внешними силами?
- Назовите виды внешних сил, приведите примеры?
- Перечислите внутренние силовые факторы и приведите их определения?
- Какие внутренние силовые факторы могут возникать в поперечном сечении бруса и как определить их величины?
- Что называют внутренними усилиями?
- Как определяют внутренние усилия?
- Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?
- Являются ли реакции опор внутренними усилиями?
- Зачем строят график распределения внутренних усилий (эпюру)?
- В чем заключается метод сечения? Какова цель применения метода сечений? Укажите последовательность операций при использовании метода сечений?
- Что понимается под эпюрой внутренних силовых факторов?
- Приведите правила знаков внутренних силовых факторов?
- Запишите дифференциальные зависимости, которые используются для проверки правильности построения эпюр?
- С какими внутренними силовыми факторами, связано возникновение в поперечном сечении бруса нормальных напряжений и с какими - касательных напряжений?
- Какие внутренние усилия (внутренние силовые факторы) могут возникать в поперечных сечениях бруса и какие виды деформаций с ними связаны?
- Какая особая точка в сечении принимается за центр приведения внутренних сил?
- Какую из отсеченных частей более целесообразно рассматривать в равновесии? Почему?
- Какие внутренние усилия возникают в поперечных сечениях бруса в случае действия на него плоской системы сил?
- Как вычисляются продольная и поперечная силы в сечении?
- Как вычисляется изгибающий момент?
- Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию?
- Какие внешние реактивные силы возникают в различных опорах?

- Какие уравнения используют для определения опорных реакций?
- Как проверить правильность определения реакций?
- Каких правил придерживаются при построении эпюр?
- Можно ли для двухопорной балки определить внутренние усилия без вычисления реакций опор?
- Почему при построении эпюр Q , M для балки, зашечленённой одним концом, можно не определять реакции опоры?
- Какая дифференциальная зависимость связывает q , Q и M ?
- С какой целью вводится понятие “напряжение”. Определение напряжений, их виды.
- Связь каких величин устанавливает закон Гука? Каков физический смысл модуля E ?
- В чем сходство и различие понятий “прочность материала” и “прочность детали”?
- Что такое деформация? Какие деформации называют упругими, и какие пластичными (остаточными)?
- Что называется напряжением в данной точке сечения тела? На какие две составляющие может быть разложен вектор полного напряжения?
- Зачем вводится понятие “допускаемое напряжение”, от чего зависит его величина?
- Что называется прочностью, жесткостью и устойчивостью детали (конструкции)?
- Какие силы называются внешними, поверхностными, объемными?
- Каковы единицы измерения сосредоточенных сил, моментов, погонной нагрузки?
- Что понимается под сплошностью, однородностью, изотропностью материала?
- Сформулируйте принцип начальных размеров?
- В чем заключается принцип независимости действия сил?
- Расскажите о принципе Сен-Венана?
- Что называется расчетной схемой конструкции и чем она отличается от реального объекта?
- Дайте определение стержня, пластины, оболочки, массивного тела?
- Что называется осью бруса?
- Компоненты главного вектора и главного момента внутренних сил, их наименования.
- В чем заключается сущность расчета на прочность, на жесткость и на устойчивость?
- По каким признакам и как классифицируются нагрузки в сопротивлении материалов?
- Что представляет собой интенсивность распределенной нагрузки?
- Каковы размерности сосредоточенных сил и моментов, а также интенсивностей распределенных нагрузок?

- На каких гипотезах и допущениях основаны выводы расчетных зависимостей сопротивления материалов?
- Сформулируйте принцип независимости действия сил в применении к сопротивлению материалу?
- Что называется касательным, – нормальным напряжением?
- Какова зависимость между полным, нормальным и касательным напряжениями в точке в данном сечении?
- Какие деформации называются линейными и какие угловыми?

Тема 2.

- Опишите методологию практического определения механических характеристик конструкционных материалов при растяжении
- Сформулируйте цель и опишите методику испытания на растяжение стального образца
- Сформулируйте цель и опишите методику испытания на растяжение чугунного образца
- Диаграммы деформирования образцов из пластичных материалов: первичная, условная и истинная
- Опишите характерные участки условной диаграммы деформирования пластичного материала на растяжение и сжатие
- Опишите характерные участки условной диаграммы деформирования хрупкого материала на растяжение и сжатие
- Укажите характерные точки на условной диаграмме растяжения пластичного материала
- Экспериментальное определение полной, упругой и остаточной деформации при растяжении пластичного материала. Вычисление работы, идущей на разрушение материала
- Нагрузка, разгрузка и повторное нагружение материала
- Явление упрочнения (наклепа, нагартовки) материала
- Методика экспериментального определения коэффициента Пуассона для пластичного материала
- Как записывается условие пластичности Треска-Сен-Венана?
- Как записывают в главных напряжениях условие пластичности Губера-Мизеса-Генки?
- Охарактеризуйте форму и процесс разрушения пластичных и хрупких образцов при растяжении и сжатии
- Диаграммы деформирования анизотропных материалов на растяжение и сжатие
- Сформулируйте цель и опишите методику испытания металла на срез
- Тензометрический способ механических испытаний материала
- Сформулируйте цель и опишите методику испытания круглого образца на кручение
- Методика экспериментального определения перемещений при изгибе 2-х опорной балки

- Сформулируйте цель и опишите методику определения усилий в «лишних» связях статически неопределимой балки при изгибе
- Опишите оптический метод исследования напряжений в материалах
- Опишите методику определения модуля упругости II-го рода при испытании пружины
- Экспериментальное определение деформаций и перемещений при косом изгибе
- Сформулируйте цель и опишите методику определения напряжений при внецентренном растяжении
- Опишите методику испытаний при исследовании продольного изгиба стержня в упругой и пластической стадиях
- Сформулируйте цель и опишите методику определения напряжений в кривом брусе
- Методика и расчетные зависимости определения ударной вязкости пластичного и хрупкого материала при испытании на удар
- Сформулируйте цель и опишите методику испытания материала на выносливость
- Сравнительные характеристики условных диаграмм деформирования пластичного и хрупкого материала при растяжении и сжатии
- Экспериментальное определение модулей упругости I-го и II-го рода при лабораторных испытаниях материала
- Основные механические характеристики прочности и пластичности конструкционных материалов
- Опишите испытательные машины и измерительные приборы, используемые при разрушающих и неразрушающих механических испытаниях материалов
- С какой целью проводятся механические испытания материалов (привести примеры)?
- Назвать основные прочностные характеристики материала. Как получить их опытным путем?
- С какой целью снимается диаграмма растяжения? Указать характерные зоны на диаграмме.
- В каких координатах строится диаграмма растяжения?
- Каковы отличия диаграмм растяжения пластичного и хрупкого материалов?
- Как происходит разрушение при растяжении и сжатии пластичных и хрупких материалов?
- Чем отличаются диаграммы сжатия пластичной и хрупкой сталей от диаграмм растяжения?
- Чем отличаются диаграмма сжатия чугуна от диаграммы растяжения?
- Что называется остаточным относительным удлинением образца и остаточным относительным сужением шейки образца? Какое свойство материала характеризуют эти величины?
- Как определить по диаграмме растяжения упругую и пластическую деформации?

- Чем отличается диаграмма растяжения малоуглеродистой стали от диаграммы для высокоуглеродистой стали?
- Чем отличается диаграмма истинных напряжений от диаграммы условных напряжений?
- Что называется условным пределом текучести, и для каких материалов введена эта характеристика?
- Что называется пределами пропорциональности, упругости, текучести, прочности?
- Что такое площадка текучести?
- Показать, как изменится вид диаграммы растяжения с изменением размеров испытываемых образцов.
- Назвать основные характеристики пластичности материала. Как получить их опытным путем?
- Назвать упругие характеристики материала. Как получить их опытным путем?
- Понятие абсолютного и относительного удлинения при растяжении (сжатии). Как определить их опытным путем?
- Как опытным путем можно найти численное значение модуля Юнга?
- С какой целью и как проводят испытание материалов на сжатие?
- Как происходит разрушение медного и чугунного образца при сжатии? Почему? Назвать прочностные характеристики для них.
- В чем особенности испытания деревянного образца на сжатие? Объяснить характер разрушения. Назвать прочностные характеристики.
- В чем заключается испытание материала на кручение? В каких координатах строится диаграмма кручения.
- В чем сходство и различие понятий “жесткость материала” и “жесткость детали”.
- В чем сходство и различие между модулями упругости первого и второго рода? Определение их опытным путем.
- Как опытным путем можно найти численное значение модуля сдвига?
- Связаны или нет между собой модули E ; G и коэффициент μ ?
- Какие деформации называются упругими, а какие остаточными (пластическими)?
- О чём свидетельствует появления на образце линий Людерса-Чернова?
- Как изменяются механические свойства материала с повышением и понижением температуры?
- Что называется остаточным относительным удлинением образца и остаточным относительным сужением шейки образца? Какое свойство материала они характеризуют?
- Какие материалы называются анизотропными?
- Что называется ползучестью, последствием, упругим последствием и релаксацией?

Тема 3

- Что понимается под растяжением-сжатием?

- Какие случаи деформации бруса называются центральным растяжением или сжатием?
- С помощью какого метода определяют внутренние силы при растяжении брусьев?
- Как можно нагрузить прямой брус, чтобы он работал только на растяжение (сжатие)?
- Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении стержня при его растяжении или сжатии?
- Как вычислить значение продольной силы в произвольном поперечном сечении бруса?
- Что представляет собой эпюра продольных сил и как она строится?
- Что такое продольная и поперечная деформация бруса при растяжении (сжатии) и какова зависимость между ними?
- Что называется полной (абсолютной) продольной деформацией? Что представляет собой относительная продольная деформация? Каковы размерности абсолютной и относительной продольной деформаций?
- По какой формуле определяется величина напряжения в поперечном сечении стержня?
- Какой вид нагружения (деформации) называют «центральным растяжением-сжатием»?
- Сформулируйте закон Гука для растяжения-сжатия? Приведите два выражения закона Гука и примеры их использования?
- Что называется модулем упругости E ? Как влияет величина модуля E на деформации бруса?
- Что называется модулем Юнга? В каких единицах он измеряется?
- Какие сечения стержня считаются опасными?
- Какое действие нагрузки называется статическим?
- Как определяется абсолютная продольная деформация?
- Что представляет собой эпюра продольных перемещений?
- Что называется жесткостью бруса при растяжении (сжатии)?
- Как формулируется закон Гука? Напишите формулы абсолютной и относительной продольной деформации бруса?
- Что происходит с поперечными размерами бруса при его растяжении и сжатии?
- Как определяется удлинение (укорочение) участка бруса с постоянным поперечным сечением и постоянной продольной силой по всей его длине?
- Как распределены нормальные напряжения σ_x в поперечных сечениях центрального растянутого бруса и чему они равны?
- В каких сечениях растянутого бруса возникают наибольшие нормальные напряжения?
- Как сопротивляются растяжению и сжатию пластичные и хрупкие материалы, одинаково или по-разному? Сопоставить диаграммы растяжения, сжатия для хрупких и пластичных материалов. Привести деформационные характеристики, определяющие степень пластичности материала?

- Нормативные и расчетные сопротивления материалов. Что принимается за нормативное сопротивление для пластичных и хрупких материалов?
- Методы расчета строительных конструкций?
- Как выполняются расчеты на прочность и жесткость при растяжении?
- Какие типы задач можно решить с учетом расчета на прочность?
- Что называется допускаемым напряжением? Как оно выбирается для пластичных и хрупких материалов?
- Что называется коэффициентом запаса прочности и от каких основных факторов зависит его величина?
- Какие три характерных типа задач встречаются при расчете прочности конструкции?
- Как выполняется проектировочный расчет?
- В чем смысл и какова формула поверочного расчета?
- Приведите известные методы расчетов на прочность?
- Что понимают под напряжением?
- Что называется однородным напряженным состоянием?
- Как распределены нормальные напряжения в поперечных сечениях центрально-растянутого или сжатого бруса и чему они равны?
- Как вычисляются напряжения в любой точке наклонного сечения растянутого стержня?
- В каких сечениях растянутого стержня возникают наибольшие нормальные, а в каких – наибольшие касательные напряжения?
- Как используется гипотеза плоских сечений (гипотеза Бернулли) для выяснения закона распределения нормальных напряжений в поперечном сечении растянутого (сжатого) бруса?
- Как строится график (эпюра), показывающий изменение (по длине оси бруса) нормальных напряжений в поперечном сечении бруса?
- Каков физический смысл модуля продольной упругости?
- Что называется модулем упругости E ? Как влияет величина модуля E на деформации бруса?
- Что называется коэффициентом Пуассона?
- Какое напряжение называется допустимым и как его определяют для пластичных и хрупких материалов?
- Какие предельные напряжения приняты для различных групп материалов: хрупких, пластичных, хрупко-пластичных?
- Что такое требуемый коэффициент запаса прочности, и каковы принятые его числовые значения, исходя из свойств материалов?
- Что такое допускаемое напряжение и как оно выбирается в зависимости от механических свойств материалов?
- Почему считается возможным отклонение до 5% фактического напряжения от допустимого?
- Сформулируйте условие прочности, и как записывается в математической форме это условие при расчетах на растяжение - сжатие?
- Сколько различных видов расчета можно производить из условия прочности?

- Какие системы конструкции называются статически определимыми, и какие - статически неопределимыми?
- Каков общий порядок решения статически определимых задач?
- Назовите особенности расчета статически неопределимых систем?
- Какими свойствами обладают статически неопределимые конструкции?
- Что называется степенью статической неопределимости системы?
- Как определяется температурная деформация при растяжении-сжатии?
- Какие системы называются статически неопределимыми?
- Что представляют собой дополнительные уравнения условия совместности перемещений?
- Какие напряжения называются температурными?
- По каким формулам определяют напряжение и деформацию в стержне с учетом его собственного веса?
- Как влияет собственный вес бруса на его удлинение и на его прочность?
- Как учитывается собственный вес бруса в аналитическом выражении для продольной силы?
- Как объяснить наличие множителя $1/2$ в формуле удлинения вертикального бруса постоянного сечения от собственного веса?
- В каких случаях могут возникнуть в брусках (стержнях) температурные и монтажные напряжения?
- Что называется напряженным состоянием в точке тела?
- По каким формулам определяются нормальные и касательные напряжения, возникающие в наклонных площадках в случае плоского напряженного состояния?
- Какие используются гипотезы при выводе формулы определения нормальных напряжений в поперечных сечениях брусков? Запишите формулу определения напряжений?
- Что представляет собой эпюра продольных сил и как она строится?
- Что называется продольной силой и как она определяется в произвольном поперечном сечении стержня?
- Какие три характерные задачи встречаются при расчете на прочность при растяжении – сжатии?
- Как связаны между собой напряжения в наклонных и поперечных сечениях растянутого стержня?
- Какими данными надо располагать, чтобы подсчитать максимальную грузоподъемность растянутого стержня?
- Что называется коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона) и какие он имеет значения?
- Как определяются продольные перемещения точек бруса при ступенчато ломаном сечении и продольных силах, постоянных в пределах отдельных участков?
- Как отражается увеличение жесткости отдельных элементов статически неопределимых систем на усилиях в этих и других элементах?

- При проведении расчета на прочность по предельным состояниям с чем сравнивают фактические напряжения?

Тема 4

- Как формулируется понятие статического момента площади фигуры относительно заданной оси?

- Какие оси называют центральными осями?

- Что такое статический момент сечения? Как определяется статический момент сечения относительно произвольной оси?

- Чему равен статический момент сечения относительно центральной оси?

- Как определить координаты центра тяжести простой и сложной плоской фигуры?

- Как определить положение центра тяжести простых фигур: прямоугольника, треугольника, полукруга?

- Как определить положение центра тяжести составной фигуры?

- Что называется осевым, полярным и центробежным моментом инерции сечения? Каковы их единицы измерения? Какой знак они могут иметь?

- Как вычислить осевые и полярный моменты инерции круга?

- Как вычислить осевые моменты инерции прямоугольника и треугольника?

- Чему равна сумма осевых моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей?

- Какая зависимость существует между полярными и осевыми моментами инерции сечения относительно двух взаимно перпендикулярных осей?

- Как отражается на знаке центробежного момента инерции изменение положительного направления одной или обеих координатных осей на противоположное?

- Что такое центробежный момент инерции?

- Какова зависимость между осевыми и полярными моментами инерции данного сечения?

- Изменяется ли сумма осевых моментов инерции при повороте осей координат?

- Какова зависимость между осевыми моментами инерции относительно параллельных осей?

- Какая зависимость существует между осевыми моментами инерции относительно любой пары взаимно перпендикулярных осей, проходящих через центр тяжести сечения?

- Какая зависимость существует между осевыми, центробежными моментами инерции при параллельном переносе осей, одни из которых являются центральными?

- Относительно каких осей, параллельных центральным, осевые и центробежный моменты инерции будут наименьшими?

- Как определяется момент инерции сложной фигуры, если ее можно разбить на простые фигуры, моменты инерции которых известны?

- Для каких сечений можно без вычисления определить положение главных центральных осей?

- По каким формулам определяются моменты инерции простых сечений: прямоугольника, круга, треугольника?
- Какие зависимости существуют между моментами инерции при повороте осей координат?
- Как определяется положение главных центральных осей и величины главных центральных моментов инерции?
- Сколько можно провести через центр тяжести центральных осей, главных осей?
- Что представляют собой осевые моменты сопротивления, их размерность?
- Как вычислить центробежные моменты инерции равнобокого и неравнобокого уголков при их различных положениях?
- Чему равны осевые моменты инерции прямоугольника со сторонами b и h относительно оси, совпадающей с одной из его сторон, и относительно центральной оси, параллельной одной из его сторон?
- Чему равны осевой и полярный моменты инерции круга с диаметром, равным D , и кольца, внутренний диаметр которого равен d , а внешний – D , относительно осей, проходящих через центр тяжести поперечного сечения?
- Изменится ли сумма осевых моментов инерции относительно двух перпендикулярных осей при повороте этих осей на некоторый угол?
- В каких случаях можно без вычисления установить положение главных центральных осей инерции?
- Для каких сечений центробежный момент инерции равен нулю?
- Как установить знак центробежного момента инерции уголка?
- Что представляют собой радиусы инерции, их размерность?
- Какими свойствами обладает эллипс инерции?
- Какие оси, проведенные в плоскости сечения, называются главными и какие главными центральными осями?
- Какие оси называют главными осями?
- Какие оси называют главными центральными осями?
- Каким свойством обладают центральные оси сечения?
- Как вычислить главные центральные моменты инерции составной фигуры?
- Как определить положение главных центральных осей составной фигуры?
- Напишите формулы главных центральных осевых моментов инерции для прямоугольника, круга, кольца?
- Как определить положение главных центральных осей составного сечения, имеющего ось симметрии?
- Как изменяются осевые и центробежные моменты инерции? а) при параллельном переносе осей; б) при повороте осей.
- Относительно каких центральных осей осевые моменты инерции имеют наибольшие и наименьшие значения?
- Какой из двух моментов инерции треугольника больше: относительно оси, проходящей через основание, или относительно оси, проходящей через вершину параллельно основанию?

- Запишите интегральные выражения для статического момента инерции, для осевых, центробежного и полярного моментов инерции, их размерность и знаки, которые они могут иметь?
- Относительно какой оси из целого семейства параллельных осей моменты инерции для рассматриваемого сечения будут иметь наибольшее значение? Относительно какой – наименьшее?
- Какой из двух моментов инерции квадратного сечения больше: относительно центральной оси, проходящей параллельно сторонам, или относительно оси, проходящей через диагональ?
- Какие знаки могут иметь моменты инерции?
- Какое положение занимают главные центральные оси инерции относительно осей X , Y , если известно, что $J_x \neq J_y$, а $J_{xy} = 0$?
- Какое положение занимают главные центральные оси инерции относительно осей X , Y , если известно, что $J_x = J_y$, а $J_{xy} \neq 0$?
- Какой из двух моментов инерции прямоугольного сечения больше: относительно оси, совпадающей с длинной стороной, или относительно оси, совпадающей с короткой стороной? Почему?
- Почему производят разбивку сложного сечения на составляющие простые части при определении статических моментов и моментов инерции сечения?
- Какие центральные оси являются главными у сечений, имеющих более двух осей симметрии?

Тема 5

- Какой вид нагружения (деформации) называют кручением?
- Дайте определение понятия "крутящий момент в поперечном сечении бруса"?
- Что называется валом? Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении вала и как они вычисляются?
- Как вычисляется момент, передаваемый шкивом, по заданной мощности и числу оборотов в минуту?
- Что такое эпюра крутящих моментов? Как производить ее построение?
- Каков порядок построения эпюры крутящих моментов?
- Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении? Как находится их величина в произвольной точке поперечного сечения?
- Как определяется скручивающий момент по мощности, передаваемой валом, и по числу оборотов в минуту?
- Какие гипотезы положены в основу теории кручения стержня круглого поперечного сечения?
- Возникают ли в поперечном сечении нормальные напряжения при кручении стержня круглого поперечного сечения?
- Чему равен полярный момент инерции круглого сечения и в каких единицах он измеряется?
- Чему равен полярный момент сопротивления для кольцевого сечения?

- Что называется моментом сопротивления при кручении? В каких единицах он измеряется?
- Чему равен момент сопротивления кольцевого поперечного сечения?
- Чем объясняется, что стержень кольцевого поперечного сечения при кручении более экономичен по весу, чем сплошной?
- Как разрушаются при кручении стальные и чугунные стержни?
- Какой вид будет иметь закон Гука для скручиваемого стержня?
- Как производится расчет на прочность при кручении?
- В чем заключается расчет вала на прочность? В чем сходство и различие расчетных формул для валов круглого и прямоугольного сечения?
- Как выбираются допускаемые напряжения при расчете на прочность при кручении?
- Как производится расчет на жесткость при кручении?
- Как вычисляются напряжения в цилиндрической винтовой пружине, работающей на растяжение-сжатие?
- Приведите формулу для определения осадки цилиндрической винтовой пружины с малым шагом витков?
- Что называется депланацией поперечного сечения, и в каком случае она имеет место при кручении стержней?
- В каком напряжённом состоянии находится прямоугольный элемент вала, четыре грани которого совпадают с плоскостями поперечного и продольного сечений?
- Какие допущения лежат в основе теории кручения брусьев круглого поперечного сечения?
- Как нужно нагрузить брус, чтобы он работал только на кручение?
- Каким образом определить в любом поперечном сечении бруса величину крутящего момента?
- Сформулируйте правило знаков при определении величины крутящего момента?
- На каких гипотезах и допущениях основаны выводы расчетных зависимостей при кручении?
- По какому закону распределяются напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении?
- Какой величиной характеризуется величина деформации при кручении?
- По каким формулам определяются величины деформации кручения (относительный угол закручивания) в радианах на метр и в градусах на метр?
- Что такое полярный момент инерции поперечного сечения бруса?
- По каким формулам определяется полярный момент инерции круга и кругового кольца?
- Что такое жесткость сечения бруса?
- Как определяется при кручении напряжение в любой точке круглого поперечного сечения бруса и как определяется наибольшее напряжение?

- Напишите математическое выражение условия прочности и жесткости при кручении. Сколько различных видов расчета можно производить из этого условия?
- Записать условие прочности и условие жесткости при кручении и формулы для решения трёх задач из этих условий?
- Как изменится длина и диаметр круглого бруса при скручивании? Почему?
- Как и для чего устанавливается связь между скручивающим моментом и напряжением в поперечном сечении вала?
- Показать, как зависит от крутящего момента величина угла закручивания вала?
- Как распределяются касательные напряжения по поперечному сечению круглого вала?
- Как оценивается рациональность поперечного сечения при кручении?
- Каким следует проектировать вал, если величины крутящих моментов существенно отличаются на его участках?
- Равен ли полярный момент сопротивления кольцевого сечения разности полярных моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?
- Что называется деформацией чистого сдвига?
- Какой случай плоского напряженного состояния называют чистым сдвигом?
- Чему равны величины главных напряжений при чистом сдвиге?
- Как деформируется при чистом сдвиге элементарный объем?
- Что называют абсолютным сдвигом, относительным сдвигом, углом сдвига?
- Как записывается закон Гука при сдвиге?
- Как определяют модуль сдвига?
- Как определяют величину τ_{adm} ?
- Сформулируйте условие прочности при расчетах на срез?
- Какие упрощающие гипотезы используют при расчёте на срез?
- Дать определение модуля сдвига G . Записать формулу закона Гука при сдвиге.
- Как связаны поперечная сила Q и касательные напряжения в площадке среза?
- Как вычисляются действующие касательные напряжения в предположении их равномерного распределения в сечении?
- Запишите условие безопасной прочности при срезе.
- Как определить действительный запас прочности, если известны действующие касательные напряжения и прочностные характеристики материала?
- Как определяют потенциальную энергию деформации при чистом сдвиге? Какая существует при этом связь между упругими постоянными (E , G , μ) для изотропного материала?
- Записать формулу для условия прочности на сдвиг (срез). Записать данное условие применительно к расчётам на прочность деталей, испытывающих деформацию среза (болтов, заклёпок, шпонок и т. д.). Записать для них условие прочности на смятие. В чём сущность расчёта на смятие?
- Записать условие прочности на срез для сварных соединений
- Что такое смятие? На каких допущениях основаны расчеты на смятие?
- Как производится расчет на прочность заклепочных и сварных соединений?

- В каких единицах измеряется модуль сдвига?
- Приведите зависимость, связывающую модуль сдвига и модуль Юнга?
- Как определяется площадь смятия, если поверхность смятия плоская и если поверхность смятия цилиндрическая?
- Как определяются напряжения в поперечном сечении бруса при чистом сдвиге?
- Сформулируйте закон Гука для сдвига? Каков физический смысл модуля сдвига?
- Как рассчитываются заклепочные и сварные соединения на срез?
- Показать, какая существует взаимосвязь между нормальным и касательным напряжением в окрестности точки при чистом сдвиге.
- Как определить минимальную длину сварного шва, соединяющего два листа внахлестку?
- Как определить необходимое количество заклёпок, обеспечивающее безопасную прочность соединения?
- Почему в условии прочности для сварного шва содержится множитель 0.7 катета шва?
- Какие дополнительные проверки на прочность выполняют при расчёте заклёпочного соединения?
- Как определяют число срезов заклёпки, соединяющих пакет из m листов?
- Почему при расчёте сварного соединения можно суммировать длины продольных и поперечных швов?

Тема 6.

- Что называется балкой?
- Какой вид нагружения называется изгибом?
- Дайте определение понятия "прямой чистый изгиб", "прямой поперечный изгиб"?
- Какие основные типы опор применяются для закрепления балок к основанию?
- Какие опорные закрепления может иметь статически определимая балка?
- Какие уравнения статики (равновесия) используются для определения опорных реакций?
- Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении балки при прямом изгибе?
- Какие внутренние силовые факторы возникают в сечении балки при поперечном изгибе и как они вычисляются?
- Приведите правила знаков для изгибающих моментов и перерезывающих сил?
- Как определяются границы участков при делении оси балки на участки?
- Каков физический смысл понятий "поперечная сила" и "изгибающий момент" в произвольном сечении балки?
- Какие направления Q и M принимаются положительными?
- Как записать аналитическое выражение для поперечной силы в произвольном сечении?

- Как записать аналитическое выражение для изгибающего момента в произвольном сечении?
- Какими дифференциальными зависимостями связаны величины M , Q и q ?
- Как вычисляются изгибающий момент и перерезывающая сила в поперечном сечении балки?
- В каком порядке отроятся эпюры Q и M ?
- Почему при построении эпюр Q и M для балки, заделанной одним концом, можно не определять опорные реакции?
- В чем заключается проверка эпюр Q и M ?
- Как определяется экстремальное значение изгибающего момента?
- Выведите дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, перерезывающей силой и погонной нагрузкой?
- Что представляют собой ординаты эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов?
- Как осуществляется проверка правильности построения эпюр изгибающих моментов и перерезывающих сил?
- Чему равна перерезывающая сила в тех сечениях балки, для которых изгибающий момент достигает экстремального значения?
- По каким законам изменяются перерезывающая сила и изгибающий момент по длине балки при отсутствии погонной нагрузки?
- В какую сторону обращена выпуклость эпюры изгибающих моментов при погонной нагрузке, направленной вниз?
- Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участке балки, во всех сечениях которого поперечная сила равна нулю?
- Как изменяется поперечная сила в сечении, в котором к балке приложена сосредоточенная внешняя сила, перпендикулярная к оси балки?
- Как изменяется изгибающий момент в сечении, в котором к балке приложен сосредоточенный внешний момент?
- Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов для балки, заделанной одним концом, от сосредоточенной силы, перпендикулярной к оси балки, приложенной на ее свободном конце?
- Перечислите основные допущения, положенные в основу вывода формулы для нормальных напряжений, возникающих в балке при чистом изгибе?
- Как распределяются нормальные напряжения по поперечному сечению балки?
- Чему равна кривизна изогнутой оси балки при чистом изгибе?
- Как записывается закон Гука при изгибе балки?
- Что называется нейтральной осью поперечного сечения при изгибе и как она расположена?
- Что называется осевым моментом сопротивления при изгибе? В каких единицах он измеряется?
- Какое сечение имеет больший момент сопротивления при одинаковой площади: круглое или квадратное?
- Когда в поперечных сечениях балки возникают касательные напряжения?

- По какой формуле вычисляются касательные напряжения, возникающие в поперечном сечении балки при изгибе?
- Как распределяются касательные напряжения по поперечному сечению балки прямоугольного, круглого и двутаврового поперечных сечений при изгибе?
- Как проводится расчет на прочность балки по нормальным напряжениям, как формулируется условие прочности?
- Как аналитически и графически определить величину экстремальных касательных напряжений?
- Запишите условия прочности балки по нормальным и по касательным напряжениям?
- Как находится изгибающий момент в каком-либо сечении балки? В каком случае изгибающий момент считается положительным?
- Как находится поперечная сила в каком-либо сечении балки? Когда поперечная сила считается положительной?
- Показать, как на эпюре перерезывающих сил проверяется правильность построения эпюры изгибающих моментов.
- Как производится полная проверка прочности двутавровой балки при прямом поперечном изгибе?
- Как производится расчет на прочность при прямом изгибе балки из пластичного материала, имеющей постоянное по всей длине поперечное сечение? Напишите зависимости для всех трех видов расчета: проверочного, проектного и для расчета на определение допускаемой нагрузки.
- Какой случай называется чистым изгибом?
- Напишите формулу для определения нормального напряжения в произвольной точке поперечного сечения бруса, работающего на изгиб. Какой момент инерции входит в указанную формулу?
- Какие напряжения возникают в поперечном сечении балки при чистом изгибе, как они направлены, как они изменяются по высоте балки и как вычисляются?
- Как распределяются нормальные напряжения σ по высоте сечения балки?
- Что такое нейтральная ось сечения балки и где она расположена? Чему равняется статический момент сечения балки относительно нейтральной оси?
- По какой формуле определяются нормальные напряжения в сечениях балки при чистом и поперечном изгибах?
- Как распределены нормальные напряжения по сечению балки при изгибе?
- Как записывается условие прочности по нормальным напряжениям при изгибе?
- Какой параметр в условии прочности используется для определения размеров сечения?
- Как записывается условие прочности при изгибе?
- По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе? Как распределены эти напряжения по сечению?
- Условия прочности балки по нормальным и касательным напряжениям.
- Расчеты на прочность при изгибе. Подбор сечения. Определение допускаемых нагрузок?

- Как распределяются нормальные и касательные напряжения по поперечному сечению балки прямоугольного профиля?
- Как распределяются нормальные и касательные напряжения по поперечному сечению балки двутаврового профиля?
- Показать каким путем проводится расчет на прочность балки по касательным напряжениям, как формулируется условие прочности.
- В каких случаях и как проводится проверка прочности балки по главным напряжениям?
- Что называется осевым моментом сопротивления?
- Какие дифференциальные зависимости существуют между интенсивностью распределённой нагрузки q , поперечной силой Q и изгибающим моментом M ? Как проверить правильность построения эпюр Q и M ?
- Вывод формулы Журавского для определения касательных напряжений при изгибе?
- Какой геометрический смысл имеют постоянные интегрирования приближённых дифференциальных уравнений изогнутой оси балки?
- Основные понятия при определении перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
- Из каких условий определяют постоянные интегрирования приближённых дифференциальных уравнений? Приведите примеры таких условий для консольной и двухопорной балок?
- Запишите условия составления и интегрирования приближённых дифференциальных уравнений для балки с несколькими участками (условия Клебша)?
- Напишите формулы для определения осевых моментов сопротивления круга, кольца, прямоугольника?
- Какие формы поперечных сечений рациональны для балок из пластичных материалов?
- Какие формы поперечных сечений следует применять для чугунных балок?
- Какие поперечные сечения являются рациональными для балок из пластичных и хрупких материалов? Как следует располагать эти сечения по отношению к внешней нагрузке?
- В каких плоскостях возникают касательные напряжения при изгибе? Как находится их величина?
- Как записывается дифференциальное уравнение натянутой оси балки?
- Как находят прогиб балки графоаналитическим методом?
- Напишите универсальное уравнение для определения перемещений при изгибе?
- Что называется жесткостью сечения при изгибе?
- В чем состоит сущность расчета на жесткость при изгибе?
- Какие перемещения получают поперечные сечения балок при изгибе?
- Из каких граничных условий определяются постоянные интегрирования при нахождении прогибов балки?
- Какими дифференциальными зависимостями связаны между собой внутренние усилия и перемещения при поперечном изгибе?

- Почему при определении прогибов балки можно пользоваться приближенным дифференциальным уравнением изогнутой оси балки?
- Как записываются уравнения метода начальных параметров для поперечной силы, изгибающего момента, углов поворота сечений и прогибов?
- Перечислить начальные параметры уравнений метода начальных параметров при поперечном изгибе. Как они определяются?
- Как записывается условие жесткости при изгибе?
- Какой параметр в условии жесткости используется для определения размеров сечения?
- Что называют композитным брусом?
- Чем можно объяснить существенное отличие нормальных напряжений в элементах разнородной упругости при изгибе композитного бруса?
- Чем определяется предельное состояние балки при изгибе?

Тема 7.

- Какое напряженное состояние оболочки называется безмоментным?
- Какие допущения вводят при расчёте оболочек вращения по безмоментной теории?
- Как определить меридиональные и окружные (широтные) нормальные напряжения при расчёте тонкостенной оболочки вращения?
- По каким формулам вычисляются напряжения в длинной круговой цилиндрической оболочке, нагруженной равномерным всесторонним внешним или внутренним давлением?
- По каким формулам вычисляются нормальные напряжения в сферической оболочке, нагруженной равномерным всесторонним внешним или внутренним давлением?
- Напряжения, возникающие в тонкостенной трубке без днищ, нагруженной внешним давлением.
- Напряжения в тонкостенной трубке с днищами при действии внутреннего давления. Получить формулы для вычисления напряжений σ_m и σ_t .
- Что такое устойчивость?
- В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
- Какая величина называется гибкостью стержня? Размерность этой величины?
- Перечислите и дайте характеристику видов равновесия стержня?
- Какие существуют методы расчетов на устойчивость?
- В чем заключается расчет на устойчивость, как он проводится?
- Какой вид имеет условие устойчивости сжатого стержня? Какая площадь поперечного стержня подставляется в это условие?
- Какую силу называют критической, и как способ закрепления стержня влияет на ее величину?
- В каких пределах применима формула Эйлера для нахождения критической силы?
- Как проводится расчет стержня на устойчивость по Эйлеру?
- Почему в формулу Эйлера для критической силы входит J_{\min} ?

- В каких случаях сжатый стержень необходимо рассчитать на устойчивость? Дать понятие устойчивости.
- По какой формуле находится величина критической силы?
- Что представляет собой коэффициент приведения длины и чему он равен при различных условиях закрепления концов сжатого стержня?
- Как влияют жесткость EI поперечного сечения и длина l стержня на величину критической силы?
- Что представляет собой коэффициент φ , как определяется его значение? Как производится проверка стержней на устойчивость с его помощью?
- Какое дифференциальное уравнение и какие допущения лежат в основе вывода формулы Эйлера?
- Чему равна Эйлера сила для шарнирно опертого по концам стержня?
- Какие параметры влияют на величину Эйлера нагрузки?
- Как устанавливается предел применимости формулы Эйлера?
- Какой момент инерции обычно входит в формулу Эйлера?
- Почему при подсчёте критических напряжений в формулу подставляют значения площади без учёта местных ослаблений сечения?
- Что такое коэффициент приведения длины стержня? Чему он равен для некоторых случаев закрепления концов стержня?
- Как определяется предельная гибкость стержня?
- Какое отличие между Эйлера и критической нагрузками?
- В чём разница в понятиях – Эйлера сила и критическая сила, вычисляемая по формуле Эйлера?
- Какие зоны имеет графическая зависимость критических напряжений от гибкости стержней?
- По какой зависимости определяют критические напряжения в случае, если напряжения превышают предел пропорциональности?
- Как определяется критическая нагрузка по формуле Ясинского?
- По какой формуле определяется критическое напряжение?
- Если сжатый стержень ошибочно рассчитан по формуле Эйлера в области ее неприменимости, опасна ли эта ошибка или она приведет к перерасходу материала на изготовление стержня?
- Чему равен коэффициент длины, для различных случаев закрепления концов стержня?
- Как находится критическое напряжение для стержней малой и средней гибкости?
- Приведите график критических напряжений.
- Как производится подбор поперечного сечения сжатой стойки?
- Что такое «устойчивое упругое равновесие»? От чего зависит устойчивость формы равновесия? В чём сущность явления потери устойчивости? В качестве примера рассмотрите прямолинейный стержень с условиями закрепления «шарнир - шарнир»?
- Что такое продольный изгиб?

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>1. Способность понимать роль естественных наук в развитии науки, техники и технологии (ОК-2)</i>		
<p><i>Знать:</i></p> <p>– основные элементы теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и механизмов</p>	1 этап формирования	– называет основные элементы теоретической механики, теории механизмов и машин и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным основным элементам теоретической механики, теории механизмов и машин, демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<p><i>Уметь:</i></p> <p>– использовать основные элементы теоретической механики, основы конструирования и проектирования машин и механизмов при решении профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет основные элементы теоретической механики, основы конструирования и проектирования машин и механизмов и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать основные элементы теоретической механики, основы конструирования и проектирования машин и механизмов при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<p><i>Владеть:</i></p> <p>– методами расчета на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет методы расчета на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать методы расчета на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>2. Стремлением к саморазвитию, способностью самостоятельно применять</i>		

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-11)</i>		
<p><i>Знать:</i></p> <p>– основы конструирования и проектирования машин и механизмов; основные понятия, законы и модели механики</p>	1 этап формирования	– называет основы конструирования и проектирования машин и механизмов и основные понятия, законы и модели механики и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным , демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<p><i>Уметь:</i></p> <p>– оценивать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<p><i>Владеть:</i></p> <p>– методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет методы расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать методы расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>3. Готовность к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами (ОК-12)</i>		
<p><i>Знать:</i></p> <p>– физическую природу сил и их систем, действующих на механические объекты,</p>	1 этап формирования	– называет физическую природу сил и их систем, действующих на механические объекты, их классификацию и дает им краткую харак-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
их классификацию		теристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным физическим природам сил и их систем, действующих на механические объекты, их классификацию, демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>Владеть:</i> – навыками использования математических моделей и основных законов механики при решении профессиональных задач	1 этап формирования	– называет навыки использования математических моделей и основных законов механики и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать навыки использования математических моделей и основных законов механики при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>4. Умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-13)</i>		
<i>Знать:</i> – условия равновесия систем сил и возможности практического применения этих условий при решении профессиональных задач	1 этап формирования	– называет условия равновесия систем сил и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным условиям равновесия систем сил, демонстрирует понимание взаимосвязей между...
<i>Уметь:</i> – проводить расчеты на	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при статических и

Критерий	Этапы формирования	Показатель
прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач		динамических нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>5. Владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ПК-11)</i>		
<i>Знать:</i> – принципы составления аналитических моделей движения механических объектов	1 этап формирования	– называет принципы составления аналитических моделей движения механических объектов и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным принципам составления аналитических моделей движения механических объектов, демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<i>Уметь:</i> – оценивать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать состояние конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении задач (при разборе

Критерий	Этапы формирования	Показатель
		конкретных ситуаций)
<p><i>Владеть:</i> – методами расчета на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<p><i>б. Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21)</i></p>		
<p><i>Знать:</i> – основы общей теории прочности конструкции</p>	1 этап формирования	– называет основы общей теории прочности конструкции и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным основам общей теории прочности конструкции, демонстрирует понимание взаимосвязей между...
<p><i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач</p>	1 этап формирования	– называет кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<p><i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых про-</p>	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей

Критерий	Этапы формирования	Показатель
профессиональных задач		конструкций при статических и динамических нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>7. Способность и готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию ответственных решений в рамках своей профессиональной компетенции (ПК-22)</i>		
<i>Знать:</i> – факторы, влияющие на эксплуатационные свойства конструкции	1 этап формирования	– называет факторы, влияющие на эксплуатационные свойства конструкции и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным факторам, влияющие на эксплуатационные свойства конструкции, демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<i>Уметь:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>8. Способность использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23)</i>		

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Знать:</i> – основы общей теории прочности конструкции	1 этап формирования	– называет основы общей теории прочности конструкции и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает полную характеристику названным основам общей теории прочности конструкции, демонстрирует понимание взаимосвязей между ними
<i>Уметь:</i> – проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)
<i>Владеть:</i> – проводить расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач	1 этап формирования	– называет прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– демонстрирует умение использовать расчеты на прочность деталей конструкций при динамических и переменных нагрузках при решении задач (при разборе конкретных ситуаций)

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Методика преподавания дисциплины характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть

состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Лекция предназначена не только и не столько для сообщения какой-то информации, а, в первую очередь, для развития мышления обучаемых. Одним из способов, активизирующих мышление, является такое построение изложения учебного материала, когда обучающиеся слушают, запоминают и конспектируют излагаемый лектором учебный материал, и вместе с ним участвуют в решении проблем, задач, вопросов, в выявлении рассматриваемых явлений. Такой методический прием получил название проблемного изложения.

Практическое занятие проводится в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении задач. Главным содержанием этих занятий является практическая работа каждого студента, форма занятия – групповая, а основной метод, используемый на занятии – метод практической работы. Практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучаемыми целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом. Вслед за этим производится краткое рассмотрение основных теоретических положений, которые являются исходными для работы обучаемых на данном занятии. Обычно это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой. Обобщение вопросов теории может быть поручено также одному из обучаемых. В этом случае соответствующее задание дается заранее всей учебной группе, что служит дополнительным стимулом в самостоятельной работе. В заключении преподаватель дает оценку ответов обучаемых и приводит уточненную формулировку теоретических положений. Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя. На практических занятиях благоприятные условия складываются для индивидуализации обучения. При проведении занятий преподаватель имеет возможность наблюдать за работой каждого обучаемого, изучать их индивидуальные особенности, своевременно оказывать помощь в решении возникающих затруднений. Наиболее успешно выполняющим задание преподаватель может дать дополнительные вопросы, а отстающим уделить больше внимания, как на занятии, так и во вне учебное время.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- изучение теоретического материала лекций;
- подготовку к практическим занятиям и устному опросу;
- подготовку к защите лабораторных работ.

мым навыки применения современных вычислительных средств, справочников, таблиц и других вспомогательных материалов, добиваться необходимой точности и быстроты вычислений, оформления работ в соответствии с установленными требованиями.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 6 «Механики»

« 12 » 01 2015 года, протокол № 6.

Разработчик:

к.т.н, доцент

Байрамов А.Б.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Заведующий кафедрой № 6 «Механики»

д.т.н., профессор

Куклев Е.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета 21 января 2015 года, протокол № 4.

Программа с изменениями и дополнениями (в соответствии с Приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета от 30 августа 2017 г., протокол № 10.