



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»
Аэрокосмический факультет
Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2017 г.

**УНИФИЦИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Сопротивление материалов»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа бакалавриата /специалитета) - академическая /прикладная
Направление бакалавриата /специалитета:

- 13.03.03 Энергетическое машиностроение
- 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
- 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
- 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
- 28.03.03 Наноматериалы

Квалификация выпускника:

бакалавр / инженер

Форма обучения:

очная

Курс: 2/3

Семестры: 3/4/5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 3/4/5 Зачёт: -3/4 Курсовой проект: -

Курсовая работа: - 3/4/5

Пермь
2017

Учебно-методический комплекс дисциплины «Сопротивление материалов» («Механика материалов и конструкций») разработан на основании:

• федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, утверждённых приказами министерства образования и науки Российской Федерации по направлениям подготовки ВО:

- 13 октября 2015 г. приказ № 1083 по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»;

- 12 сентября 2016 г. приказ № 1180 по направлению 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»;

- 9 февраля 2016 г. приказ № 93 по направлению 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»;

- 16 февраля 2017 г. приказ № 141 по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей;

- 7 августа 2014 г. приказ № 938 по направлению 28.03.03 «Нanomатериалы»;

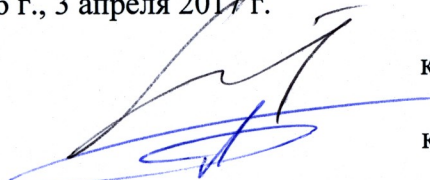
• Самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов высшего образования, утверждённых приказом ректора ПНИПУ:

- 03 апреля 2017 г. приказ № 24-О по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей;

• компетентностных моделей выпускников по направлениям подготовки;

• базовых учебных планов по направлениям подготовки, утвержденных 28 апреля 2016г., 27 октября 2016 г., 3 апреля 2017 г.

Разработчики:



канд. физ.-мат. наук, доц. Е.Ю. Макарова

канд. техн. наук, доц. А.В. Ильиных

Рецензент:



д-р физ.-мат. наук, проф. А.А. Чекалкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» «12» апреля 2017 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой

«Механика композиционных материалов и конструкций», д-р техн. наук, проф.



А.Н. Аношкин

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «27» 06 2017 г., протокол № 9.

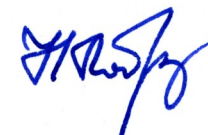
Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета, канд. техн. наук, доц.



Н.Е. Чигодаев

Рабочая программа одобрена Учебно-методическим советом университета «27» 04 2017 г., протокол № 12.

Председатель Учебно-методического совета университета, д-р техн. наук, проф.



Н.В. Лобов

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.



Д.С. Репецкий

1 Общие положения

1.1. **Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний в области проведения инженерных расчётов при простом и сложном сопротивлении на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций, обеспечивающих требуемую надёжность и безопасность работы изделий в условиях действия статических и динамических нагрузок.

В процессе изучения данной дисциплины студент формирует части следующих компетенций по направлениям подготовки ВО:

Таблица 1.1 – Общепрофессиональные и профессиональные компетенции, заданные ФГОС ВО по направлениям подготовки

№ п/п	Код направления	Наименование направления	Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов	
			Код компетенции	Формулировка компетенции
1	13.03.03	Энергетическое машиностроение	ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
			ПК-3	способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения
	17.05.02	Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие	ОПК-1	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований безопасности
			ОПК-6	способность самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания
			ПК-10	способность проектировать технологическое оборудование и инструмент
3	24.03.05	Двигатели летательных аппаратов	ПК-1	готовность принимать участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов
			ОПК-2	готовность принимать участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов
4	24.05.02	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	ПК-1	способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
			ПК-4	участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов

5	28.03.03	Наноматериалы	ОПК-1	способность применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ПСК-1	способностью использовать в научно-исследовательской деятельности представления о закономерностях деформирования и разрушения материалов и наноматериалов с учетом структурных особенностей
6	24.05.02 (СУОС)	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	АПК.ПК-1	способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
			АПК.ПК-3	способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений

В целях унификации на основании базовых компетенций выпускника, определённых ФГОС ВО по направлениям подготовки, разработаны следующие унифицированные профессиональные дисциплинарные компетенции (УПК):

– способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в области сопротивления материалов, применять в профессиональной деятельности методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (УПК-1);

– способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций (УПК-2).

Таблица 1.2 – Обоснование разработки унифицированных компетенций

№ п/п	Направления подготовки		Соответствие унифицированных дисциплинарных компетенций и базовых компетенций ФГОС ВО	
	Код направления	Наименование направления	Формулировка унифицированной компетенции (код) / Формулировка базовой компетенции (код)	Формулировка унифицированной компетенции (код) / Формулировка базовой компетенции (код)
			УК-1: способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в области сопротивления материалов, применять в профессиональной деятельности методы математического	УК-2: способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций.

			анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	
1	13.03.03	Энергетическое машиностроение	ОПК-2: способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ПК-3: способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения
2	17.05.02	Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие	ОПК-6: способность самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания ПК-10: способность проектировать технологическое оборудование и инструмент	ОПК-1: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований безопасности
3	24.03.05	Двигатели летательных аппаратов	ПК-1: готовность принимать участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов	ОПК-2: готовность принимать участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов
4	24.05.02	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	ПК-4: участие в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов.	ПК1-: способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.
5	28.03.03	Наноматериалы	ОПК-1: способность применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ПСК-1: способностью использовать в научно-исследовательской деятельности представления о закономерностях деформирования и разрушения материалов и наноматериалов с учетом структурных особенностей

6	24.05.02 (СУОС)	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	АПК.ПК-3: способность принимать участие в рабо- тах по расчёту и конструи- рованию отдельных дета- лей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техниче- скими заданиями и исполь- зованием стандартных средств автоматизации проектирования	АПК.ПК-1: способность при- нимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппа- ратов в соответствии с тех- ническими заданиями и ис- пользованием стандартных средств автоматизации про- ектирования
---	--------------------	---	---	--

1.2. Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ и методов проведения расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций и машин при простом и сложном сопротивлении;
- формирование умений самостоятельно проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;
- формирования навыков определения основных механических свойств материалов по результатам стандартных лабораторных испытаний;
- формирование первичных способностей проведения экспериментальных исследований при выполнении ряда лабораторных работ;
- ознакомление с элементами рационального проектирования конструкций.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- инженерные расчеты на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;
- методы испытаний по определению характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;
- основы экспериментального исследования механического поведения материалов и элементов конструкций;
- основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела;
- классические теории прочности и пластичности материалов;
- расчеты на прочность и жесткость при сложном сопротивлении элементов конструкций;
- расчеты на устойчивость сжатых стержней;
- расчеты на прочность и жесткость при динамическом и циклическом характере нагружения изделий.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к базовой/вариативной части Блока 1 «Дисциплины» и является обязательной при освоении ОПОП по всем перечисленным выше направлениям подготовки.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить указанные в пункте 1.1 компетенции и продемонстрировать следующие результаты:

• **знать:**

- теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;
- основные гипотезы, допущения и законы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»;
- виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций;
- существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов;
- сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов;
- классические теории прочности и критерии пластичности материалов;
- основы проведения расчетов элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического и динамического характера нагружения изделий;

• **уметь:**

- ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций;
- проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержневых систем и тонкостенных оболочек;
- подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов;
- определять механические характеристики материалов по результатам проведённых лабораторных испытаний;
- выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций;
- проводить расчеты элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического и динамического характера нагружения изделий;

• **владеть:**

- навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;
- навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения элементов конструкций;
- навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;
- навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;

– навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному изучению механического поведения и определению свойств конструкционных материалов.

В таблице 1.3 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.3 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Унифицированные компетенции			
УК-1	Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в области сопротивления материалов, применять в профессиональной деятельности методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Математика Физика Теоретическая механика Информатика	Дисциплины профессионального цикла
УК-2	Способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций.	Математика Физика Теоретическая механика Инженерная графика	Дисциплины профессионального цикла

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование компетенций УПК-1 и УПК-2.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции УПК-1

Код	Формулировка унифицированной дисциплинарной компетенции
УПК-1 Б 1. Б/В	Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в области сопротивления материалов, применять в профессиональной деятельности методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенций студент должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные гипотезы, допущения и законы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»; - существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов; - сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов; - классические теории прочности и критерии пластичности материалов. 	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену. Тестовые вопросы к текущему и промежуточному тестированию.
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов; - определять механические характеристики материалов по результатам проведённых лабораторных испытаний; - выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций. 	Практические занятия. Лабораторные работы. СРС.	Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам. Типовые задания к расчетно-графическим работам. Типовые задания к курсовой работе.
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов; - навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному изучению механического поведения и определению свойств конструктивных материалов. 	Лабораторные работы. СРС.	Типовые задания к лабораторным работам.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции УПК-2

Код	Формулировка унифицированной дисциплинарной компетенции
УПК-2 Б 1. Б/В	Способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенций студент должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и гипотезы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»; - теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; - виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций; - основы проведения расчетов элементов конструкций при сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического характера нагружения изделий. 	<p>Лекции.</p> <p>Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Вопросы к экзамену.</p> <p>Тестовые вопросы к текущему и промежуточному тестированию.</p>
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций; - проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых систем. 	<p>Практические занятия.</p> <p>Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Типовые задания к практическим занятиям.</p> <p>Типовые задания к расчетно-графическим работам.</p> <p>Типовые задания к курсовой работе.</p>
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб; - навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности. 	<p>Практические занятия.</p> <p>Лабораторные работы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам.</p> <p>Типовые задания к расчетно-графическим работам.</p> <p>Типовые задания к курсовой работе.</p>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 7 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, часов		
		семестр 3	семестр 4	всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная) работа	52	34	86
	-в том числе в интерактивной форме	9	9	18
	- лекции (Л)	16	16	32
	-в том числе в интерактивной форме	6	6	12
	- практические занятия (ПЗ)	18	18	36
	-в том числе в интерактивной форме	3	3	6
	- лабораторные работы (ЛР)	18	0	18
	-в том числе в интерактивной форме	–	–	–
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	72	126
	- изучение теоретического материала	–	17	17
	- подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам	8	8	16
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	12	–	12
	- подготовка к тестированию	4	6	10
	- выполнение расчетно-графических работ	30	23	53
	- курсовая работа	–	18	18
4	Промежуточная аттестация (итоговый контроль обучающихся) по дисциплине: зачет (экзамен) / экзамен (зачет)	0 (36)	36 (0)	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	108 (144)	144 (108)	252
	в зачётных единицах (ЗЕ)	3 (4)	4 (3)	7

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч/ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация	
			всего	Л	ПЗ (С)	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Введение	1	1						1
	1	1	6	2	2	2		5		11
		2	7	1		6		6		13
	2	3	4	2	2			5		9
	3	4	3	1		2		3		6
		5	6	2	2	2	1	7		14
Итого по модулю:			27	9	6	12	1	26		54 / 1,5
2	4	6	8	2	4	2		8		16
		7	8	2	4	2		9		17
		8	9	3	4	2	1	11		21
	Итого по модулю:			25	7	12	6	1	28	
Промежуточная аттестация:			Зачет (экзамен)						0 (36)	0 (36) / 0 (1)
Итого за 1-й семестр:			52	16	18	18	2	54	0 (36)	108 (144) / 3 (4)
3	5	9	6	2	4			9		15
	6	10	2	1	1			4		6
		11	3	2	1			6		9
	7	12	3	1	2			6		9
		13	1	1				4		5
		14	4	2	2		1	12		17
Итого по модулю:			19	9	10		1	41		61 / 1,7
4	8	15	4	2	2			11		15
	9	16	4	2	2			6		10
	10	17	1	1				3		4
		18	3	1	2			6		9
	11	19	3	1	2		1	5		9
	Итого по модулю:			15	7	8		1	31	
Промежуточная аттестация:			Зачет (Экзамен)						0 (36)	0 (36) / 0 (1)
Итого за 2-й семестр:			34	16	18	-	2	72	0 (36)	108 (144) / 3 (4)
Всего по дисциплине:			86	32	36	18	4	126	0 (36)	252) / 7

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1

Растяжение и сжатие, сдвиг и кручение

Введение. Л – 1 ч.

Основные понятия. Наука о сопротивлении материалов. Место курса среди других дисциплин. Понятие о прочности, жесткости, устойчивости. Понятие о реальном объекте и расчетной схеме. Классификация геометрических форм тела. Классификация связей, наложенных на тело в плоскости. Классификация внешних сил. Понятие о внутренних силах. Метод сечений. Понятие о напряжениях в точке тела. Понятие о деформациях. Гипотезы курса сопротивление материалов.

Раздел 1. Растяжение и сжатие.

Л – 3 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 11 ч.

Тема 1. Центральное растяжение и сжатие.

Определение внутренних силовых факторов. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Условие прочности при растяжении и сжатии. Основные методы и виды расчетов на прочность. Напряжения на наклонных площадках растянутого стержня. Потенциальная энергия упругой деформации.

Тема 2. Механические свойства конструкционных материалов.

Механические характеристики материалов. Виды стандартных испытаний материалов. Диаграмма растяжения. Условная диаграмма растяжения. Основные характеристики прочности и пластичности. Диаграмма сжатия. Влияние различных факторов на механические характеристики.

Раздел 2. Геометрические характеристики плоских сечений.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 5 ч.

Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений.

Основные понятия. Статические моменты сечений. Определение положения центра тяжести сечения. Понятие о моментах инерции. Моменты инерции простейших фигур. Зависимости между моментами инерции при параллельном переносе осей. Зависимости между моментами инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции. Понятие о радиусах инерции. Понятие о моментах сопротивления.

Раздел 3. Сдвиг и кручение.

Л – 3 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 10 ч.

Тема 4. Сдвиг.

Чистый сдвиг. Касательные напряжения при чистом сдвиге. Условие прочности при сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль сдвига. Расчет элементов конструкций на срез.

Тема 5. Кручение.

Анализ внутренних силовых факторов при кручении. Построение эпюр крутящих моментов. Напряжения и деформации при кручении валов круглого и кольцевого сечения. Расчеты на прочность и жесткость при кручении валов круглого и кольцевого сечения. Рациональные формы поперечных сечений валов при кручении. Расчет прямоугольного сечения на прочность и жесткость при кручении.

Модуль 2

Прямой изгиб

Раздел 4. Изгиб прямого стержня.

Л – 7 ч, ПЗ – 10 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 28 ч.

Тема 6. Изгиб прямого стержня.

Понятия об изгибе. Виды изгиба. Расчетные схемы простейших типов балок. Определение реакций опор при изгибе. Анализ внутренних силовых факторов при изгибе. Правило знаков для внутренних силовых факторов. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и интенсивностью распределенной нагрузки при изгибе. Закономерности эпюр внутренних силовых факторов.

Тема 7. Определение напряжений при изгибе.

Чистый изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Положение нейтральной линии при чистом изгибе. Условие прочности при чистом изгибе. Рациональные формы поперечных сечений при изгибе. Поперечный изгиб. Напряжения, возникающие при поперечном изгибе. Определение касательных напряжений при поперечном изгибе. Условия прочности при поперечном изгибе. Полная проверка на прочность балки при поперечном изгибе.

Тема 8. Определение перемещений при изгибе.

Перемещения, возникающие при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Дифференциальные зависимости между перемещениями и внутренними силовыми факторами при изгибе. Метод начальных параметров для определения перемещений. Общие методы определения перемещений в упругих системах. Понятие об обобщенной силе и обобщенном перемещении. Теорема Бэтти о взаимности дополнительных работ. Теорема Бэтти для внутренних сил. Теорема Максвелла о взаимности перемещений. Определение перемещений методом интеграла Мора. Определение перемещений способом Верещагина. Условие жесткости при изгибе.

Модуль 3

Напряженно-деформированное состояние, статически неопределимые стержневые системы, сложное сопротивление

Раздел 5. Статически неопределимые стержневые системы.

Л – 2 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 9 ч.

Тема 9. Расчет статически неопределимых стержневых систем.

Понятие о статической неопределимости стержневых систем. Степень статической неопределимости. Основные и дополнительные связи, внешние и внутренние. Метод сил. Основные этапы расчета статически неопределимых систем. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода сил интегралом Мора и способом Верещагина. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости стержневых систем. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Деформационная проверка правильности раскрытия статической неопределимости.

Раздел 6. Анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела.

Л – 3 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 10 ч.

Тема 10. Напряженное состояние в точке тела.

Составляющие напряженного состояния в точке тела. Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Виды напряженного состояния в точке тела. Главные напряжения и главные площадки. Плоское напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Наибольшие значения нормальных и касательных напряжений.

Тема 11. Деформированное состояние в точке тела.

Составляющие деформированного состояния в точке тела. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Потенциальная энергия деформации. Классические теории прочности. Равноопасные напряженные состояния. Эквивалентное напряжение. Теория наибольших нормальных напряжений. Теория наибольших линейных деформаций. Теория наибольших касательных напряжений. Энергетическая (четвертая) теория прочности. Теория прочности Мора.

Раздел 7. Сложные виды сопротивления.

Л – 4 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 22 ч.

Тема 12. Косой изгиб.

Виды сложного нагружения. Плоский и пространственный косой изгиб. Анализ внутренних силовых факторов при косом изгибе. Напряжения при косом изгибе. Положение нейтральной линии. Условие прочности при косом изгибе. Определение перемещений.

Тема 13. Внецентренное растяжение (сжатие).

Анализ внутренних силовых факторов. Напряжения при внецентренном растяжении (сжатии). Положение нейтральной линии. Условие прочности. Ядро сечения.

Тема 14. Изгиб с кручением.

Изгиб с кручением круглых валов. Анализ внутренних силовых факторов. Напряжения при изгибе с кручением. Напряженное состояние и условие прочности в опасной точке при совместном действии изгиба и кручения круглых валов. Расчет по теориям прочности. Изгиб с кручением валов прямоугольного сечения.

Модуль 4

Усталость, устойчивость, динамическое действие нагрузок, расчет оболочек

Раздел 8. Усталостная прочность материалов.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 11 ч.

Тема 15. Усталостная прочность материалов.

Явление усталости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Основные характеристики циклов. Механические характеристики сопротивления усталости. Кривые усталостной прочности. Циклическая долговечность. Физический и условный предел выносливости. Связь предела выносливости с другими механическими характеристиками. Диаграмма предельных амплитуд и её схематизация. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Определение предела выносливости детали. Расчет на сопротивление усталости при асимметричных циклах нагружения.

Раздел 9. Устойчивость стержней.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 6 ч.

Тема 16. Устойчивость сжатых стержней.

Устойчивые, неустойчивые и безразличные формы равновесия системы. Критическая сила сжатого стержня. Задача Эйлера по определению критической силы. Влияние условий закрепления стержней на величину критической силы. Критические напряжения. Гибкость. Пределы применимости формулы Эйлера. Расчет на устойчивость за пределами упругости. Полный график зависимости критических напряжений от гибкости стержня. Расчет на устойчивость. Коэффициент запаса устойчивости. Расчет на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба. Рациональные конструкционные материалы и формы сечений сжатых стержней.

Раздел 10. Основы расчета при динамических нагрузках.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 9 ч.

Тема 17. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций.

Типы динамических нагрузок, действующих на элементы конструкций. Учет инерционных сил при заданных законах движения в расчетах на прочность и жесткость.

Тема 18. Удар.

Механические процессы, сопровождающие удар. Техническая теория удара. Расчет на прочность и жесткость при ударе. Горизонтальный удар по безмассовой системе. Вертикальный удар по безмассовой системе. Удар по системе с промежуточной массой. Учет массы упругой системы. Элементы рационального проектирования систем при ударном нагружении.

Раздел 11. Расчет простейших осесимметричных оболочек.

Л – 1 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 5 ч.

Тема 19. Расчет оболочек вращения по безмоментной теории.

Классификация оболочек. Основные допущения. Равновесие элемента симметричной оболочки. Уравнение Лапласа. Теорема о давлении на криволинейную стенку. Расчет сферических и цилиндрических оболочек, подверженных внутреннему давлению.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 1	Расчет на прочность и определение деформаций стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие.
2	Тема 3	Определение геометрических характеристик плоских сечений.
3	Тема 5	Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
4	Тема 6, 7	Определение внутренних силовых факторов при изгибе. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям.
5	Тема 6, 7	Полная проверка на прочность двутавровой балки.

6	Тема 6, 7	Расчет на прочность плоской рамы. Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах.
7	Тема 8	Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Расчет на жёсткость при изгибе.
8	Тема 8	Определение перемещений при изгибе методом интеграла Мора и способом Верещагина.
9	Тема 8	Определение перемещений в плоских рамах.
10	Тема 9	Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил. Расчет статически неопределимой балки.
11	Тема 9.	Расчет статически неопределимого вала.
12	Тема 10, 11	Анализ плоского напряженного состояния в точке тела.
13	Тема 12	Расчет балки на прочность при косом изгибе. Определение рационального расположения сечения балки.
14	Тема 14	Расчет вала на прочность при изгибе с кручением.
15	Тема 15	Расчет вала на сопротивление многоциклового усталости.
16	Тема 16	Расчет на устойчивость центрально сжатого стержня.
17	Тема 18	Расчеты на прочность и жесткость при ударе.
18	Тема 19	Расчеты простейших осесимметричных оболочек.

4.4. Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 1	Сравнительные испытания на растяжение пластичных и хрупких материалов. Определение основных характеристик прочности и пластичности материала.
2	Тема 2	Сравнительные испытания на сжатие хрупких и пластичных материалов.
3	Тема 2	Экспериментальное определение методом тензометрирования упругих характеристик материала: модуля Юнга и коэффициента Пуассона.
4	Тема 5	Определение модуля сдвига по результатам испытания на кручение тонкостенной трубки.
5	Тема 8	Опытное определение перемещений при изгибе в заданных сечениях балки.
6	Тема 9	Опытное определение реакций опор в статически неопределимой балке.
7	Тема 12	Опытное определение перемещений консольной балки при косом изгибе.
8	Тема 14	Опытное определение перемещений при изгибе с кручением в заданных сечениях балки.
9	Тема 16	Экспериментальное определение критической силы центрально сжатого стержня большой гибкости.

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	4
2	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	5
3	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	4
4	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	2
5	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	4
	Подготовка к тестированию по модулю.	2
6	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	1
7	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	2
8	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	2
	Подготовка к тестированию по модулю.	2
9	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Выполнение расчетно-графической работы.	5
10	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
11	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	5
12	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	5
13	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
14	Выполнение курсовой работы	9
	Подготовка к тестированию по модулю.	3
15	Выполнение курсовой работы.	9
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
16	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Выполнение расчетно-графической работы.	5
17	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
18	Подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Выполнение расчетно-графической работы.	3
19	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Подготовка к тестированию по модулю.	3
	Итого: в часах / в ЗЕ	126 ч. / 3,5 ЗЕ

4.5.1 Курсовая работа

Выполняется типовая курсовая работа на тему «Расчет и проектирование вала, работающего в условиях многоциклового характера нагружения». Курсовая работа состоит из следующих частей:

1. Тема 14. Расчет на прочность вала при изгибе с кручением.
2. Тема 15. Расчет вала на сопротивление многоциклового усталости.

Курсовая работа предполагает следующую структуру: работа над литературой, составление расчетной схемы, проведение расчетов, аналитическое и графическое представление результатов решения. Вывод по рациональности проектирования.

4.5.2 Расчетно-графические работы

Выполняются следующие расчетно-графические работы:

1. Тема 1. Расчет на прочность стержневых систем при растяжении и сжатии.
2. Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений.
3. Тема 5. Расчет вала на прочность и жесткость при кручении.
4. Тема 6, 7. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям.
5. Тема 6, 7. Полная проверка на прочность двутавровой балки.
6. Тема 6, 7. Расчет на прочность плоской рамы.
7. Тема 8. Определение перемещений в балках при изгибе.
8. Тема 9. Расчет статически неопределимой балки.
9. Тема 10, 11. Анализ плоского напряженного состояния в точке тела.
10. Тема 12. Расчет на прочность балки при косом изгибе.
11. Тема 16. Расчет на устойчивость центрально сжатого стержня.
12. Тема 18. Расчет стержневых систем на прочность и жесткость при ударе.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению курсовой работы и расчетно-графических работ по тематике практических занятий, а также подготовке отчетов по лабораторным работам.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение двух семестров, график изучения дисциплины приводится в п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на занятиях преподавателем. Им же даются источники для более детального понимания вопросов.

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 9. Определение перемещений в произвольном сечении балки при изгибе способом интеграла Мора и способом Верещагина.

Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости стержневых систем. Симметрия конструкции, симметрия внешней нагрузки. Зеркальная, косая, пошаговая симметрия. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

Тема 10. Плоское напряженное состояние в точке тела. Напряжения на наклонных площадках при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Наибольшие значения нормальных и касательных напряжений.

Тема 13. Положение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии). Ядро сечения при внецентренном растяжении (сжатии).

Тема 15. Диаграмма предельных амплитуд и её схематизация. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Определение предела выносливости детали. Расчет на сопротивление усталости при асимметричных циклах нагружения.

Тема 17. Учет инерционных сил при заданных законах движения в расчетах на прочность и жесткость.

Тема 18. Удар по системе с промежуточной массой. Учет массы упругой системы. Элементы рационального проектирования систем при ударном нагружении.

Тема 19. Расчет сферических и цилиндрических оболочек, подверженных внутреннему давлению.

5.1 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для формирования заявленных компетенций наряду с традиционными технологиями обучения используются инновационные образовательные технологии, при которых акцент делается на вынужденную активность обучающихся и формирование их системного мышления.

Используемые информационные технологии позволяют расширить доступ к образовательным ресурсам, увеличить контактное взаимодействие с преподавателем, провести объективный контроль знаний студентов. Компьютерная техника, как средство организации деятельности, применяется на аудиторных занятиях, а также при самостоятельной работе студентов.

Лекция обеспечивает формирование компонентов компетенций через предметное содержание конкретного модуля дисциплины. Используемые типы лекций: обзорная, установочная (направляющая студентов к источникам информации для дальнейшей самостоятельной работы), объяснительно-иллюстративная. Лекции ориентированы на формирование мотивации обучения через постановку проблем обучения и показа путей решения задач. Быть активными студентов побуждают вопросы преподавателя, стимулирующие ассоциативное мышление.

Практическое занятие направлено на практическое освоение и закрепление теоретических знаний, развитие творческих навыков, формирование умений. С

использованием активных методов обучения проводится большинство занятий: решение задач, обсуждение вопросов, связанных с выполнением курсовой работы, обсуждение сообщений, выполненных по результатам самостоятельного изучения теоретического материала. Практическое занятие позволяет реализовывать элементы индивидуального обучения с учетом способностей, опыта и интересов студентов.

Лабораторная работа помогает практическому освоению теоретических основ изучаемой дисциплины, приобретению навыков экспериментальной работы. На лабораторных работах студенты организованы в подгруппы, что развивает у обучающихся навыки работы в команде с делением полномочий и ответственности, навыки межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества. Преподаватель выступает в роли организатора аудиторной самостоятельной работы.

Курсовая и расчетно-графические работы является формой практической внеаудиторной самостоятельной работы студентов, позволяющей закрепить навыки проведения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций, совершенствовать навыки графического оформления результатов расчета и проектирования. При выполнении курсовой работы используются знания из разных областей, что является проявлением междисциплинарных связей.

В течение всего периода обучения предусмотрено получение студентами профессиональных консультаций, обеспечивающих контактное взаимодействие обучающихся с преподавателем.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- тестирование;
- контроль посещаемости аудиторных занятий;
- оценка работы студента на занятиях.

6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- тестирование по модулю (модули 1, 2, 3, 4);
- защита отчетов по лабораторным работам;
- защита расчетно-графических работ;
- защита курсовой работы.

6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

– зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточно-го контроля при условии выполнения и защиты всех предусмотренных в семестре расчетно-графических работ, при условии выполнения и защиты отчетов по лабораторным работам.

2) Зачёт с оценкой

– Зачёт с оценкой выставляется отдельно по результатам выполнения и защиты курсовой работы.

3) Экзамен

– Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит одно стандартное обозначение, используемое в курсе «Сопротивление материалов», два теоретических вопроса и одну задачу. Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам, тесты и вопросы экзаменационных билетов, методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблицы планирования результатов обучения, позволяющие оценивать результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД в виде приложения.

6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий и промежуточный		Рубежный и промежуточный		Итоговый контроль
	РГР	ЛР	Т	КР	Экзамен, Зачёт
Усвоенные знания					
3.1 знать теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;			Т 1,2		ТВ
3.2 знать основные гипотезы, допущения и законы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»;			Т 1,2		ТВ
3.3 знать виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций;			Т 1,2,3		ТВ
3.4 знать существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов;			Т 1,4		ТВ

3.5 знать сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов;			Т 2,3,4		ТВ
3.6 знать классические теории прочности и критерии пластичности материалов;			Т 3		ТВ
3.7 знать основы проведения расчетов элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического или динамического характера нагружения изделий.			Т 3,4		ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций;	РГР 4 - 10			КР	ПЗ
У.2 уметь проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержневых систем и тонкостенных оболочек;	РГР 1 - 11	ОЛР 5 - 9		КР	ПЗ
У.3 уметь подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов;	РГР 1 - 11			КР	ПЗ
У.4 уметь определять механические характеристики материалов по результатам проведённых лабораторных испытаний;		ОЛР 1 - 4			ПЗ
У.5 уметь выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций;	РГР 5,9,10			КР	ПЗ
У.6 уметь проводить расчеты элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического или динамического характера нагружения изделий.	РГР 1 - 11	ОЛР 5 - 9		КР	ПЗ
Приобретённые владения навыками					
В.1 владеть навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;	РГР 1 - 7	ОЛР 5 - 9		КР	ПЗ
В.2 владеть навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения;	РГР 1 - 11	ОЛР 5 - 9		КР	ПЗ
В.3 владеть навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;	РГР 1,3,4 7,10	ОЛР 6,7,8		КР	ПЗ
В.4 владеть навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;		ОЛР 1 - 4			ПЗ
В.5 владеть навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному изучению механического поведения и определению свойств конструкционных материалов.		ОЛР 1 - 9			ПЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме тестирования или краткого опроса (оценка знаний),

Т – тестирование по модулю (оценка знаний);

- ТВ – теоретические вопросы экзамена или зачета (оценка знаний);
 ПЗ – практическое задание экзамена или зачета (оценка умений и владения навыками);
 РГР – расчётно-графические работы (оценка умений и владения навыками);
 ЛР – лабораторные работы, ОЛР – отчет по лабораторным работам (оценка умений и владения навыками);
 КР – курсовая работа (оценка умений и владения навыками).

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям 3-й семестр																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	Р1			Р2			Р3			Р4									
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2				16
Практические занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
Лабораторные работы	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
Расчетно-графические работы		2	2		2	2		2	2		2	2	2	4	2	4	2		30
Подготовка отчетов по лаб. работам		2		2				2			2			2				2	12
Подготовка к ауд. занятиям			1		1		1		1		1		1		1		1		8
Подготовка к контролю								2										2	4
Модуль:	М 1									М 2									
КСР									1									1	2
Дисциплин. контроль																			Зачет/экзамен

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям 4-й семестр																		Итого			
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Раздел:	Р5			Р6			Р7			Р8			Р9			Р10			Р11			
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		16			
Практические занятия		2		2		2		2	2		2		2		2		2		18			
Расчетно-графические работы		2	3	2	3	2	3					2	3		3				23			
Курсовая работа								5	5	5	3								18			
Подготовка к ауд. занятиям		1		1		1		1		1		1		1		1		1	8			

Изучение теор. материала		2	1	2	1		2	1		2			2		2	2		17
Подготовка к контролю							1	2								1	2	6
Модуль:	М 3								М 4									
КСР								1									1	2
Дисциплин. контроль																		Зачет / Экзамен

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Сопротивление материалов</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">(полное название дисциплины)</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Блок 1 «Дисциплины»</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">(цикл дисциплины)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td></tr> </table> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>основная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>по выбору студента</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <p style="text-align: center;">Уровень подготовки:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>бакалавр</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>магистр</td></tr> </table> </td> <td style="border: none;"> <p style="text-align: center;">Форма обучения:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>очная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>заочная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr> </table> </td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>основная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>по выбору студента</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	основная	<input type="checkbox"/>	по выбору студента	<p style="text-align: center;">Уровень подготовки:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>бакалавр</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>магистр</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	<input checked="" type="checkbox"/>	бакалавр	<input type="checkbox"/>	магистр	<p style="text-align: center;">Форма обучения:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>очная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>заочная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	очная	<input type="checkbox"/>	заочная	<input type="checkbox"/>	очно-заочная
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>основная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>по выбору студента</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	основная	<input type="checkbox"/>	по выбору студента																
<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла																								
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла																								
<input checked="" type="checkbox"/>	основная																								
<input type="checkbox"/>	по выбору студента																								
<p style="text-align: center;">Уровень подготовки:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>бакалавр</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>магистр</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	<input checked="" type="checkbox"/>	бакалавр	<input type="checkbox"/>	магистр	<p style="text-align: center;">Форма обучения:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>очная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>заочная</td></tr> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	очная	<input type="checkbox"/>	заочная	<input type="checkbox"/>	очно-заочная												
<input checked="" type="checkbox"/>	специалист																								
<input checked="" type="checkbox"/>	бакалавр																								
<input type="checkbox"/>	магистр																								
<input checked="" type="checkbox"/>	очная																								
<input type="checkbox"/>	заочная																								
<input type="checkbox"/>	очно-заочная																								
<p style="text-align: center; font-weight: bold;">13.03.03 (АГПС, ГПУД) 17.05.02 (ППАМ)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">24.03.05 (АДз) 24.05.02 (АД, РД)СУОС 28.03.03 (КНМ)</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">(код направления подготовки /аббревиатура направления подготов- ки)</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold;">Энергетическое машиностроение Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие Двигатели летательных аппаратов Проектирование авиационных и ракетных двигателей Наноматериалы</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">(полное название направления подготовки)</p>																								
<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">2016, 2017</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">(год утверждения учебного плана ООП)</p>	<p>Семестры: <u>3/4/5</u></p>	<p>Количество групп: <u>5</u></p> <p>Количество студентов в группе: <u>25 (20)</u></p> <p>Общее количество студентов: <u>120</u></p>																							

Макарова Елена Юрьевна, к.ф.-м.н., доцент,
Козлова Анна Викторовна, к.т.н., доцент,
Зайцев Алексей Вячеславович, к.ф.-м.н., доцент,
Аэрокосмический факультет,
кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»,
тел.: 2-391-294.

8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; ме- стонахождение электронных изданий
1. Основная литература		
1	Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов – М.: МГТУ им. Баумана, 2007, 2010. – 591 с.	2007 г.– 150 2010 г.– 2
2	Балакирев А.А., Вассерман Н.Н. и др. Сопротивление материалов: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. – 339 с.	492 + ЭБ ПНИПУ
3	Жученков А.П., Зинштейн М.Л., Ханов А.М. Сопротивление материалов: конспект лекций. Учебное пособие для вузов – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – 215 с.	50 + ЭБ ПНИПУ
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Вассерман Н.Н., Жученков А.П. и др. Сопротивление материалов: Учебное пособие для вузов – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. – 364 с.	41 + ЭБ ПНИПУ
2	Жученков А.П., Зинштейн М.Л., Ханов А.М. Сопротивление материалов: тестовые задания: учебное пособие. Ч.1. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016. – 223 с.	15 + ЭБ ПНИПУ
3	Ицкович Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.	198
4	Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов. – Киев.: Дельта, 2008. – 813 с.	20
5	Справочные таблицы для выполнения учебных заданий и курсовых работ по дисциплине «Сопротивление материалов». – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009 – 34 с.	100 (каф.)
6	Сопротивление материалов. Задания к курсовым работам для студентов всех специальностей. Часть 1. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008 – 69 с.	100 (каф.)
7	Сопротивление материалов. Задания к курсовым работам для студентов всех специальностей. Часть 2. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009 – 34 с.	100 (каф.)
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика. 2010 – 2016 г.	
2	Вестник ПНИПУ. Машиностроение и материаловедение. 2010 – 2016 г.	
3	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2010 – 2016 г.	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. М., 1984.	Техэксперт
2	ГОСТ 25503-80. Методы испытания стали на сжатие. М., 1980.	Техэксперт
3	ГОСТ 3565-80. Метод испытания на кручение. М., 1980.	Техэксперт
4	ГОСТ 25.502-79. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость. М., 1979.	Техэксперт

2.4. Официальные издания

Не предусмотрены.

2.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1	Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru , свободный. – Загл. с экрана.	
2	Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: http://elibrary.ru , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на

27.04.2017

(дата составления рабочей программы)

Основная литература

обеспечена

не обеспечена

Дополнительная литература

обеспечена

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

Основная литература

обеспечена

не обеспечена

Дополнительная литература

обеспечена

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

8.2. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.2 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Аттестация КСР СРС	Программный комплекс для тестирования		Текущий и рубежный контроль знаний по модулям дисциплины

8.3. Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.3 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Учебно-методический комплекс для иллюстрации курса «Сопротивление материалов» (200 шт.) каф. МТиКМ, каф. МКМК

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебная лаборатория «Сопротивление материалов»	Кафедра МТиКМ	09 корп. 1	131,4	26
2	Компьютерный класс кафедры МТиКМ	Кафедра МТиКМ	420 корп. А	83,2	25
3	Лаборатория «Прикладной механики и сопротивления материалов»	Кафедра МКМК	100 корп. Г	135	30
4	Компьютерный класс кафедры МКМК	Кафедра МКМК	102а корп. Г	36	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Учебная испытательная машина на растяжение, сжатие и кручение МИ-40КУ	1	Оперативное управление	09 корп. 1
2	Учебная испытательная машина на растяжение, сжатие и кручение МИ-40КУ	1	Оперативное управление	102а корп. Г
3	Универсальный учебный многоналадочный комплекс для проведения лабораторных работ по дисциплине «Сопротивление материалов» СМ-1	5	Оперативное управление	09 корп. 1
4	Универсальный учебный многоналадочный комплекс для проведения лабораторных работ по дисциплине «Сопротивление материалов» СМ-1	5	Оперативное управление	100 корп. Г
5	Универсальная испытательная машина УИМ-50	1	Оперативное управление	09 корп. 1
6	Гидравлическая разрывная машина ГРМ-1	1	Оперативное управление	09 корп. 1
7	Персональный компьютер Intel® Core™ i3 CPU 530 2.93 GHz 4 Gb ОЗУ	20	Оперативное управление	420 корп. А
8	Универсальная электромеханическая испытательная машина Instron 3369	1	Оперативное управление	100 корп. Г

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры МКМК
протокол № 13 от 12.04. 2017
Заведующий кафедрой
_____ А.Н.Аношкин

**УНИФИЦИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ
«Сопротивление материалов»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Программа бакалавриата академического (прикладного)/ специалитета

Направления бакалавриата/специалитета:

- 13.03.03 Энергетическое машиностроение
- 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
- 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
- 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
- 28.03.03 Наноматериалы

Квалификация выпускника: бакалавр / инженер

Форма обучения: очная

Курс: 2/3 **Семестры:** 3/4/5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 252 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 3/4/5 Зачёт: -3/4 Курсовой проект: - Курсовая работа: - 3/4/5

Пермь 2017

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является приложением к рабочей программе дисциплины **«Соппротивление материалов»** и разработан на основании:

- федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, утверждённых приказами министерства образования и науки Российской Федерации по направлениям подготовки ВО:

- 13 октября 2015 г. приказ № 1083 по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»;

- 12 сентября 2016 г. приказ № 1180 по направлению 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»;

- 9 февраля 2016 г. приказ № 93 по направлению 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов»;

- 16 февраля 2017 г. приказ № 141 по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей;

- 7 августа 2014 г. приказ № 938 по направлению 28.03.03 «Наноматериалы»;

- Самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов высшего образования, утверждённых приказом ректора ПНИПУ:

- 03 апреля 2017 г. приказ № 24-О по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей;

- компетентностных моделей выпускников по направлениям подготовки;

- базовых учебных планов по направлениям подготовки, утвержденных 28 апреля 2016г., 27 октября 2016 г., 3 апреля 2017 г.

- рабочей программы дисциплины **«Соппротивление материалов»** утвержденной «05» мая 2017 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Учебная дисциплина **«Соппротивление материалов»** обеспечивает формирование унифицированных компетенций УПК-1, УПК-2:

унифицированная компетенция УПК-1 (профессиональная): способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в области сопротивления материалов, применять в профессиональной деятельности методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

унифицированная компетенция УПК-2 (профессиональная): способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций.

1.2 Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, самостоятельная работа студентов; в первом и втором модулях предусмотрены лабораторные работы. Во втором семестре выполняется курсовая работа.

В результате освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, промежуточного и итогового контроля (промежуточной аттестации).

Перечень контролируемых результатов обучения и виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий	Рубежный и промежуточный			Итоговый	
		ТК	ЛР	РГР	ПК	КР
В результате освоения дисциплины студент знает:						
- теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;	+			+		+
- основные гипотезы, допущения и законы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»;	+			+		+
- виды простого и сложного нагружения элементов конструкций;	+			+		+
- существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов;	+			+		+
- сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов;	+			+		+
- классические теории прочности и критерии пластичности материалов;	+			+		+
- основы проведения расчетов элементов конструкций при сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического или динамического характера нагружения изделий.	+			+		+
В результате освоения дисциплины студент умеет:						
- ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций;			+		+	+
- проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержневых систем и тонкостенных оболочек;		+	+		+	+
- подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов;			+		+	+
- определять механические характеристики материалов по результатам проведённых лабораторных испытаний;		+				+
- выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций;			+		+	+
- проводить расчеты элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического или динамического характера нагружения изделий.		+	+		+	+
В результате освоения дисциплины студент владеет:						
- навыками проведения инженерных расчетов на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;		+	+	+	+	+

- навыками расчета элементов конструкций при простых и сложных видах сопротивления, в том числе, находящихся в условиях циклического или динамического характера нагружения элементов конструкций		+	+	+	+	+
- навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;		+	+	+	+	+
- навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;						+
- навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному изучению механического поведения и определению свойств конструкционных материалов.						+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме тестирования или краткого опроса (оценка знаний),

ЛР – лабораторные работы с подготовкой отчёта и сдачей (оценка умений и владений);

РГР – расчётно-графические работы (оценка умений и владения навыками);

ПК — промежуточный контроль в форме контрольной работы или тестирования (контроль знаний по модулю);

КР – курсовая работа (оценка умений и владения навыками).

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме письменного тестирования студентов по каждой теме или краткого выборочного опроса. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Текущему контролю подлежат посещаемость студентами аудиторных занятий и оценка работы студента на занятиях.

2.2 Рубежный и промежуточный контроль

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных, расчётно-графических работ, а также рубежных контрольных работ (тестирования) по модулям.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 работ. Темы приведены в РПД.

По каждой работе оформляется отчет, содержащий название и цель работы, краткие теоретические сведения, необходимые графики, таблицы, расчеты, полученные результаты и выводы по работе.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Вопросы для защиты лабораторных работ приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Методические указания хранятся в лаборатории кафедры.

Критерии и шкалы оценивания уровня освоения компетенций приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на лабораторной работе

Балл за умения, владения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений учитываются при проведении промежуточной аттестации

2.2.2. Защита расчетно-графических работ

Темы выполняемых расчетно-графических работ приведены в РПД.

Примеры типовых индивидуальных заданий на расчетно-графические работы:

Задание 1. Расчет на прочность стержневых систем при растяжении и сжатии

Подобрать из условия прочности размеры поперечных сечений ступенчатого стержня для заданных физико-механических характеристик материала, заданной геометрии и приложенных внешних нагрузках. Построить эпюры продольных сил, напряжений и перемещений;

Задание 2. Геометрические характеристики плоских сечений.

Для заданных форм плоских сечений определить положение главных центральных осей и вычислить основные геометрические характеристики;

Задание 3. Расчет вала на прочность и жесткость при кручении.

Для заданных физико-механических характеристик материала, параметров геометрии и внешних нагрузках определить размеры полого или сплошного ступенчатого вала из условия прочности и жесткости;

Задание 9. Анализ плоского напряженного состояния в точке тела.

Для заданных физико-механических характеристик материала и коэффициентов запаса прочности, для заданных параметров геометрии и характера приложенных внешних распределенных и/или сосредоточенных сил и пар сил выполнить проектировочный расчет балки прямоугольного поперечного сечения на прочность и/или жесткость.

Шкала и критерии оценивания приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 — Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на расчетно-графической работе

Балл за умения, владения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил индивидуальное задание расчетно-графической работы, показал отличные знания, владения навыками в рамках усвоенного учебного материала, ответил на все дополнительные вопросы на защите.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил индивидуальное задание расчетно-графической работы с небольшими неточностями, показал хорошие знания, владения навыками применения полученных знаний и умений в рамках усвоенного учебного материала, ответил на большинство дополнительных вопросов на защите, есть недостатки в оформлении отчета по работе.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил индивидуальное задание расчетно-графической работы, но допустил существенные неточности, отчет по расчетно-графической работе имеет недостаточный уровень качества оформления. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание расчетно-графической работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Результаты защиты расчетно-графических работ по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2.3. Контрольные работы (тестирование)

Согласно РПД запланировано 4 **рубежные контрольные работы** (тестирование) после изучения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые тестовые задания по Модулю 1. Растяжение и сжатие, сдвиг и кручение приведены в Приложении 1.

Комплект тестов для рубежного тестирования хранится на кафедре.

В табл. 2.3 приведены типовые шкала и критерии оценивания результатов рубежной контрольной работы, а в табл. 2.4 — результатов рубежного тестирования.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценивания рубежной контрольной работы

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания, есть неточности в представлении результатов и оформлении работы.</i>

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, есть недостатки в оформлении работы.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Результаты рубежной контрольной работы по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Таблица 2.4. Шкала и критерии оценивания результатов тестирования

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
5	Максимальный уровень	<i>Студент выполнил 85-100% заданий</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил 70-84% заданий</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил 50-69% заданий</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент выполнил менее 50% заданий</i>

Результаты рубежного тестирования по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Итоговыми оценками освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) являются промежуточные аттестации в виде **зачета, зачета по курсовой работе и экзамена**, проводимые с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация проводится по итогам очередного семестра.

2.3.1. Зачет по курсовой работе

К защите проекта допускаются студенты, выполнившие требования к содержанию и оформлению курсовой работы.

Выполняется типовая курсовая работа на тему «Расчет и проектирование вала, работающего в условиях многоциклового характера нагружения».

Курсовая работа состоит из следующих частей:

1. Расчет на прочность вала при изгибе с кручением.
2. Расчет вала на сопротивление многоциклового усталости.

Курсовая работа предполагает следующую структуру: работа над литературой, составление расчетной схемы, проведение расчетов, аналитическое и графическое представление результатов решения. Вывод по рациональности проектирования.

Типовое задание на курсовую работу:

Для стального вала постоянного поперечного сечения с двумя зубчатыми колесами передающего мощность P , кВт, при угловой скорости ω , рад/с

- 1) определить вертикальные и горизонтальные составляющие реакций опор;

- 2) построить эпюру крутящих моментов;
- 3) построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- 4) определить диаметр вала, полагая $F_{r1} = 0,4F_1$; $F_{r2} = 0,4F_2$.

Расчетные схемы и числовые значения параметров приведены в Приложении 2.

Для схем 1, 3, 5, 7, 9 (рис. 1) расчет производить по гипотезе потенциальной энергии формоизменения, для схем 0, 2, 4, 6, 8 — по гипотезе наибольших касательных напряжений. Все размеры на рис. 1 (схемы 0 — 9) даны в миллиметрах.

Шкала и критерии оценивания приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5 — Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на курсовой работе

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью и в установленный срок выполнил задание курсовой работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Курсовая работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью и в установленный срок выполнил задание курсовой работы, показал хорошие знания и умения, но допустил ряд незначительных ошибок или не в полной мере ответил на поставленные вопросы, есть недостатки в оформлении курсовой работы.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание курсовой работы, но позднее установленного срока, допустил существенные ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, курсовая работа имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание курсовой работы, проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

По результатам выполнения и защиты курсовой работы выставляется **зачёт с оценкой (оценка за курсовую работу)** по 4-х балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные образовательные результаты в форме *знать, уметь, владеть*.

2.3.2. Зачет

Зачет по дисциплине выставляется по результатам текущего и промежуточного контроля.

Положительная аттестация «зачтено» выставляется студенту при положительных результатах текущего и промежуточного контроля в форме теоретических опросов, тестирования или контрольных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения и защиты расчетно-графических работ.

Зачет проводится во время зачетной недели или на последнем занятии по дисциплине.

На основании критериев и показателей оценивания результат промежуточной аттестации заносится в зачетную ведомость. В зачетную книжку студента заносится только положительный результат аттестации.

2.3.3. Экзамен

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все практические и лабораторные работы, индивидуальные задания, имеющие положительные результаты текущих и рубежных контрольных работ (тестирования), положительную оценку по курсовой работе.

Экзамен проводится устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Примерный перечень вопросов к экзамену приведен в Приложении 3, типовые комплексные задания – в Приложении 4, образец экзаменационного билета - в Приложении 5.

Полный комплект теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре.

В табл. 2.6 - 2.8 приведены критерии и шкала оценивания результатов обучения на экзамене.

Таблица 2.6 — Шкала и критерии оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.7 — Шкала и критерии оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.8 — Шкала и критерии оценивания уровня владений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками умений в рамках освоенного учебного материала.. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей</i>

3. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

В результате проведения экзамена на основании критериев и показателей оценивания, приведенных в табл. 2.6 - 2.7, студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале.

Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания;
2. Оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания;
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций;
4. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка промежуточной аттестации по дисциплине.

Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Пример оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля	Оценка за экзамен для каждого результата обучения			Средняя оценка	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$;

«Хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$;

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Итоговая оценка промежуточной аттестации заносится в зачетную ведомость. В зачетную книжку студента заносится только положительная оценка.

Типовые тестовые задания по Модулю 1 Растяжение и сжатие, сдвиг и кручение

Наука, занимающаяся изучением прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций, называется ...

- 1) Детали машин
- 2) Сопротивление материалов
- 3) Физика
- 4) Теория механизмов и машин
- 5) Теоретическая механика

Способность конструкции сохранять форму первоначального равновесия под действием внешних сил называется ...

- 1) Прочностью
- 2) Жесткостью
- 3) Устойчивостью
- 4) Пластичностью
- 5) Упрочнением

Способность конструкции сопротивляться деформированию при внешнем воздействии называется ...

- 1) Прочностью
- 2) Жесткостью
- 3) Устойчивостью
- 4) Пластичностью
- 5) Упрочнением

Способность конструкции выдерживать нагрузки без разрушения называется ...

- 1) Прочностью
- 2) Жесткостью
- 3) Устойчивостью
- 4) Пластичностью
- 5) Упрочнением

Вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса действуют продольные усилия, называется ...

- 1) Растяжение
- 2) Изгиб с кручением
- 3) Кручение
- 4) Сдвиг
- 5) Изгиб

Вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса действуют изгибающие моменты, называется ...

- 1) Растяжение
- 2) Изгиб с кручением
- 3) Кручение
- 4) Сдвиг
- 5) Изгиб

Наибольшее значение относительной упругой деформации для материала с $\sigma_{пл}=500$ МПа и $E=100$ ГПа составляет ...

- 1) 5
- 2) 0,5
- 3) 0,05
- 4) 0,005
- 5) 0,0005

Формула закона Гука при сдвиге имеет вид ...

- 1) $\sigma = E\varepsilon$
- 2) $\tau = G\gamma$
- 3) $\Delta l = \frac{Nl}{EF}$
- 4) $\sigma = \frac{M}{J_x} y$
- 5) $\tau = \frac{M}{J_p} r$

Какую размерность имеет модуль упругости E?

- 1) %
- 2) м
- 3) кг
- 4) Н
- 5) Па

Какую размерность имеет напряжение σ ?

- 1) %
- 2) м
- 3) кг
- 4) Н
- 5) Па

Какую размерность имеет коэффициент Пуассона?

- 1) кг
- 2) м
- 3) безразмерная величина
- 4) Н
- 5) Па

Условие прочности при растяжении-сжатии (сдвиге) имеет вид ...

- 1) $\varepsilon \leq [\varepsilon]$
- 2) $\sigma \leq [\sigma]$
- 3) $\tau \leq [\tau]$
- 4) $\gamma \leq [\gamma]$

Условие жесткости при растяжении-сжатии (сдвиге) имеет вид ...

- 1) $\varepsilon \leq [\varepsilon]$
- 2) $\sigma \leq [\sigma]$
- 3) $\tau \leq [\tau]$
- 4) $\gamma \leq [\gamma]$

Метод сечений в сопротивлении материалов используется для определения ...

- 1) деформаций при изгибе;
- 2) эквивалентных напряжений;
- 3) внутренних усилий;
- 4) критических сил;
- 5) характеристик поперечных сечений.

Материал, в котором свойства во всех направлениях одинаковы, является ...

- 1) твердым;
- 2) однородным;
- 3) упругим;
- 4) изотропным;
- 5) пластичным.

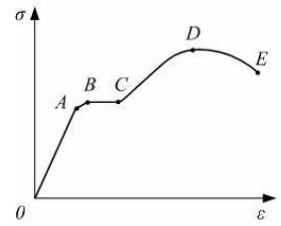
Материал, в котором свойства во всех точках одинаковы, является ...

- 1) твердым;
- 2) однородным;
- 3) упругим;
- 4) изотропным;

5) пластичным.

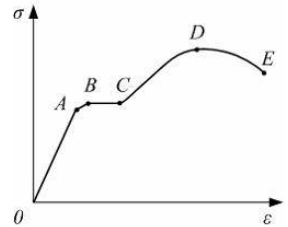
На диаграмме деформирования точкой А обозначен ...

- 1) Предел прочности
- 2) Предел пропорциональности
- 3) Предел текучести
- 4) Условный предел текучести
- 5) Предел упругости



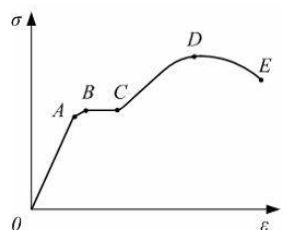
На диаграмме деформирования точкой D обозначен ...

- 1) Предел прочности
- 2) Предел пропорциональности
- 3) Предел текучести
- 4) Условный предел текучести
- 5) Предел упругости



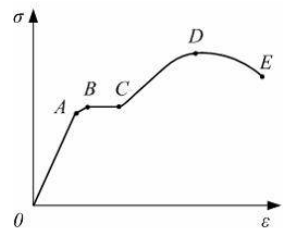
На диаграмме деформирования буквами OA обозначен участок ...

- 1) упругости
- 2) текучести
- 3) упрочнения
- 4) разупрочнения
- 5) ничего из вышеперечисленного



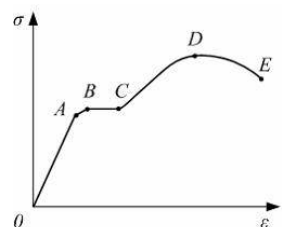
На диаграмме деформирования буквами AB обозначен участок ...

- 1) упругости
- 2) текучести
- 3) упрочнения
- 4) разупрочнения



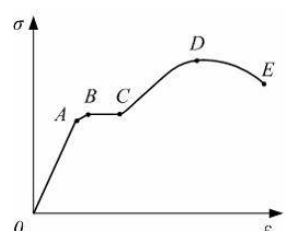
На диаграмме деформирования буквами BC обозначен участок ...

- 1) упругости
- 2) текучести
- 3) упрочнения
- 4) разупрочнения



На диаграмме деформирования буквами CD обозначен участок ...

- 1) упругости
- 2) текучести
- 3) упрочнения
- 4) разупрочнения
- 5) ничего из вышеперечисленного



На тросе длиной 1 м и площадью поперечного сечения 10 см^2 подвешен груз массой 1 т. Модуль упругости стали $E=200 \text{ ГПа}$. Величина напряжений (МПа) составит ...

- 1) 0,01
- 2) 0,1
- 3) 1
- 4) 10
- 5) 100

Типовые задания на курсовую работу

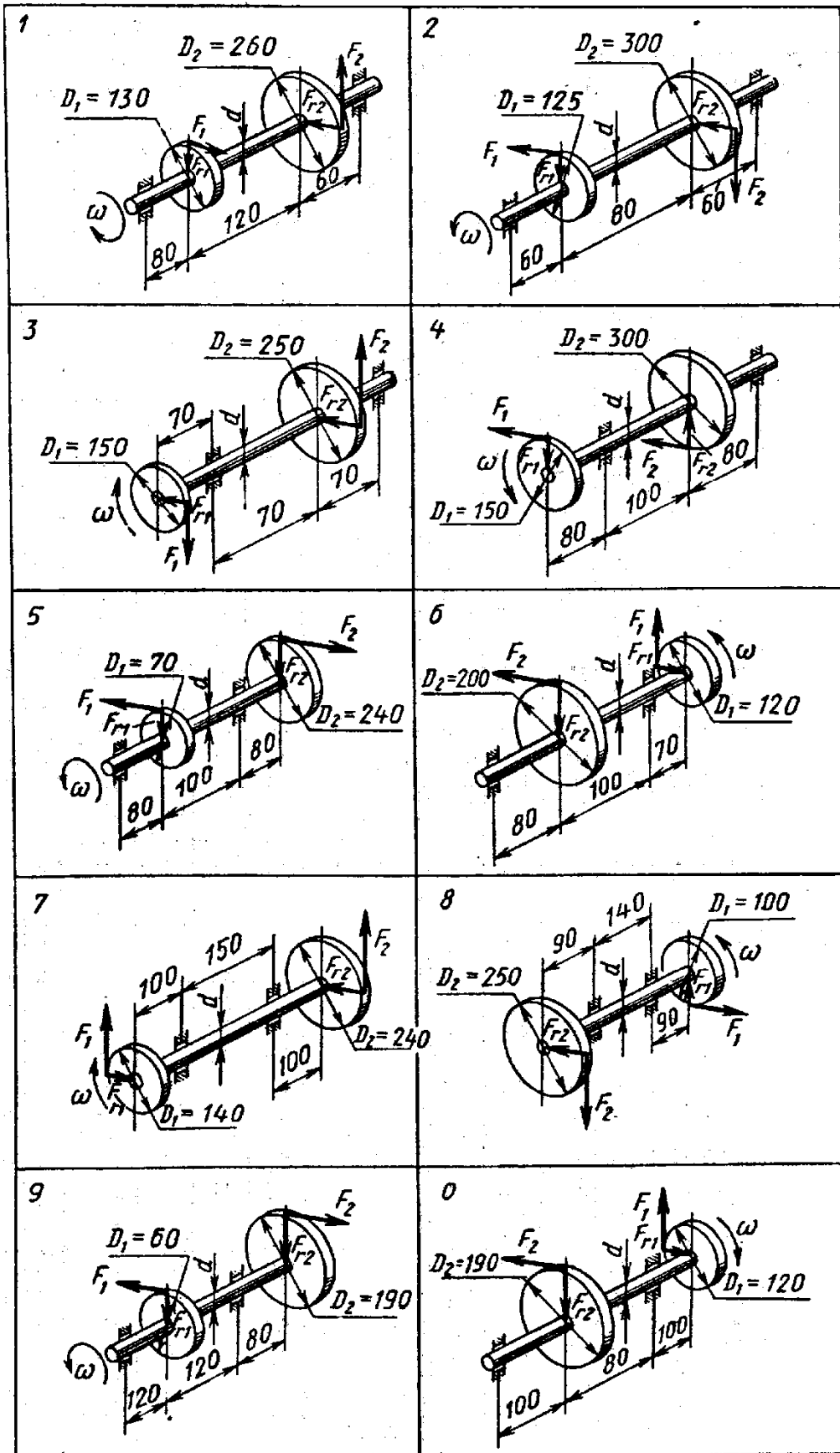


Таблица Исходные данные для расчета стержней на изгиб с кручением.

№ схемы (рис.2)	№ строки	[σ], МПа	P , кВт	ω , рад/с	№ схемы (рис.2)	№ строки	[σ], МПа	P , кВт	ω , рад/с
1	0	60	6	22	2	0	70	3	25
	1	60	8	36		1	70	8	48
	2	60	10	40		2	70	10	50
	3	60	9	30		3	70	12	40
	4	60	3	45		4	70	22	24
	5	60	20	50		5	70	20	60
	6	60	12	68		6	70	20	22
	7	60	5	20		7	70	9	36
	8	60	3	50		8	70	8	42
3	9	60	12	48	4	9	70	15	35
	0	60	10	30		0	70	5	40
	1	60	20	80		1	70	6	36
	2	60	15	45		2	70	7	35
	3	60	12	38		3	70	12	24
	4	60	14	18		4	70	15	15
	5	60	8	42		5	70	12	32
	6	60	10	45		6	70	9	42
	7	60	18	22		7	70	10	45
5	8	60	25	40	6	8	70	7	21
	9	60	5	42		9	70	20	36
	0	60	5	18		0	70	20	45
	1	60	20	18		1	70	19	38
	2	60	12	30		2	70	21	15
	3	60	24	30		3	70	18	26
	4	60	6	24		4	70	15	18
	5	60	12	52		5	70	16	50
	6	60	3	15		6	70	8	30
7	7	60	15	45	8	7	70	7	20
	8	60	19	50		8	70	10	24
	9	60	20	25		9	70	13	48
	0	60	4	35		0	70	16	40
	1	60	20	15		1	70	30	50
	2	60	18	20		2	70	28	42
	3	60	16	18		3	70	20	38
	4	60	30	24		4	70	15	20
	5	60	25	30		5	70	18	30
9	6	60	22	28	10	6	70	22	30
	7	60	15	18		7	70	27	35
	8	60	8	42		8	70	24	28
	9	60	10	12		9	70	4	20
	0	60	12	38		0	70	40	70
	1	60	15	42		1	70	30	50
	2	60	10	32		2	70	32	38
	3	60	20	50		3	70	25	42
	4	60	23	18		4	70	12	32
	5	60	14	24	5	70	28	34	
	6	60	16	20	6	70	20	35	
	7	60	24	15	7	70	10	20	
	8	60	26	25	8	70	14	30	
	9	60	6	48	9	70	35	40	

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний

1. Предмет курса сопротивления материалов. Понятия о прочности, жесткости и устойчивости. Основные гипотезы и допущения.
2. Классификация тел и сил.
3. Метод сечений. Понятие о напряжениях, линейных и угловых деформациях.
4. Центральное растяжение-сжатие. Закон Гука, модуль упругости I рода, коэффициент Пуассона.
5. Диаграмма растяжения. Допускаемые напряжения. Запас прочности. Виды инженерных расчетов растянутых (сжатых) стержней.
6. Напряжения в наклонных сечениях стержня. Закон парности касательных напряжений. Главные напряжения.
7. Обобщенный закон Гука.
8. Чистый сдвиг, Закон Гука при сдвиге, напряжения и деформации при сдвиге. Соотношение модулей упругости при сдвиге и растяжении.
9. Кручение цилиндрического бруса Напряжения и деформации при кручении. Угол закручивания и жесткость вала. Момент сопротивления при кручении.
10. Изгиб. Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы при изгибе и правила знаков для изгибающего момента и поперечной силы.
11. Условия прочности по нормальным напряжениям.
12. Гипотезы прочности.
13. Сложное сопротивление. Порядок решения задач.
14. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия.
15. Формула Эйлера для критической силы. Влияние способа закрепления концов стержня на критическую силу.
16. Динамические задачи. Основные определения.
17. Расчет на усталость. Основные характеристики цикла.
18. Факторы, влияющие на предел выносливости. Практические меры повышения сопротивления усталости.

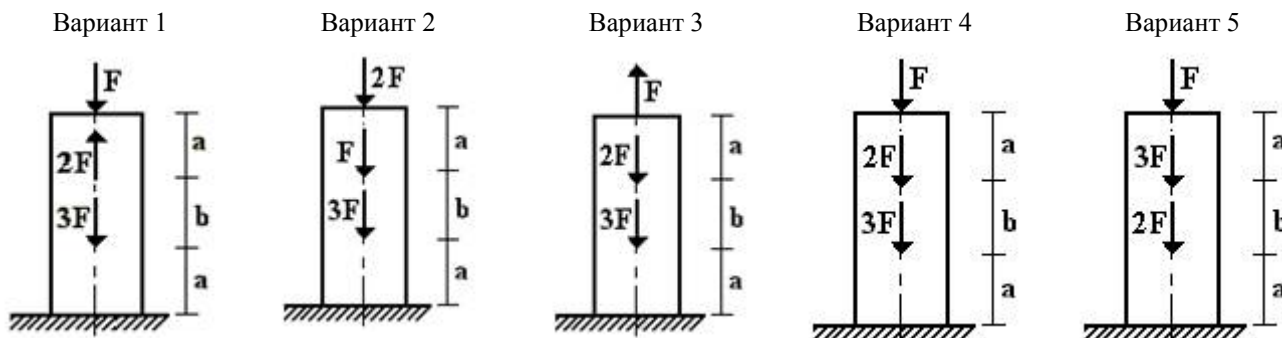
Типовые вопросы и темы практических заданий для контроля освоенных умений

1. Напряжения и деформации при растяжении-сжатии.
2. Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент площади сечения. Определение положения центра тяжести сечения.
3. Статический момент геометрически сложной фигуры.
4. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции сечений. Вычисление моментов инерции сложных сечений.
5. Зависимость между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
6. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
7. Вычисление нормальных напряжений при чистом плоском изгибе.
8. Перемещения при изгибе. Определение перемещений методом Мора.
9. Правило Верещагина для определения перемещений.
10. Косой изгиб.
11. Изгиб с растяжением (сжатием).
12. Внецентренное сжатие (растяжение).
13. Кручение с изгибом.
14. Вычисление напряжений при равноускоренном движении.
15. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости.
16. Запас усталостной прочности и его определение.
17. Классификация оболочек. Расчет сферических оболочек, подверженных внутреннему давлению.
18. Расчет цилиндрических оболочек, подверженных внутреннему давлению

Приложение 4.

Примеры типовых комплексных заданий для контроля приобретенных владений

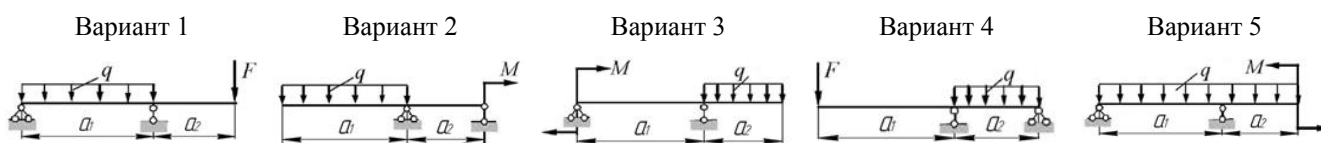
Задание 1. Для стального стержня круглого сечения диаметром D построить эпюры продольной силы, определить грузоподъемность стержня, если $[\sigma] = 240$ МПа, определить полное удлинение стержня, если $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.



Исходные данные для задачи:

Схема	D , м	a , м	b , м	F , кН
1	0,01	1	1,1	12
2	0,02	2	1,2	10
3	0,03	3	1,3	12
4	0,04	3	1,4	6
5	0,05	2	1,5	8

Задание 2. Для заданной балки построить эпюры внутренних усилий Q и изгибающего момента M . Определить опасное сечение, подобрать поперечные сечения следующих форм: прямоугольное ($h/b=k$), круглое, кольцевое ($a=d/D$) и оценить рациональность формы сечения.



Исходные данные для задачи:

Схема	a_1 , м	a_2 , м	q , кН/м	F , кН	M , кНм	k	α
1	1,0	2,0	10	25	10	1,5	0,7
2	1,2	1,8	12	24	15	2,0	0,8
3	1,4	1,6	14	22	20	2,5	0,9
4	1,6	1,4	16	20	25	3,0	0,8
5	1,2	1,8	18	18	30	2,5	0,7

Для всех вариантов задания 2 принять $[\sigma] = 240$ МПа, модуль упругости (модуль Юнга) $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Пример типовой формы экзаменационного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО
«Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

13.03.03 Энергетическое машиностроение
17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и
ракетное оружие
24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных
двигателей
28.03.03 Наноматериалы

*Кафедра «Механики композиционных
материалов и конструкций»*

Дисциплина «Сопrotивление материалов»

БИЛЕТ №

1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия.
2. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости.
3. Комплексное задание по расчету стержней.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

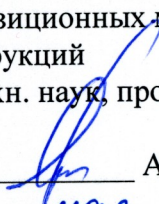


**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра Механики композиционных материалов и конструкций

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Механика
композиционных материалов и
конструкций
д-р техн. наук, проф.


_____ А.Н. Аношкин
« 5 » _____ 2017 г.

**Приложение к рабочей программе дисциплины
Сопротивление материалов**

Квалификация выпускника:

бакалавр

Форма обучения:

заочная

Курс: 2/3

Семестр(ы): 4/5

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану: 7

- часов по рабочему учебному плану: 252

Виды контроля:

Экзамен: 4/5

Зачет: 4/5

Курсовая работа: 4/5

Пермь 2017

Данное приложение является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Сопроотивление материалов» и включает изменения и дополнения таблиц 3.1 и 4.1, связанные со спецификой заочной формы обучения, остальные пункты и таблицы остаются без изменений.

Таблица 3.1. – Объем и виды и учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость в АЧ		
		По семестрам*		Всего
1	2	3	4	6
1	Аудиторная (контактная) работа	22	10	32
	лекции (Л)	8	2	10
	лабораторные работы (ЛР)	4	2	6
	практические занятия (ПЗ)	8	4	12
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	77/82	130/125	207
	- изучение теоретического материала	34/42	70/57	104/99
	- подготовка к практическим занятиям	25/40	60/50	85/90
	- выполнение контрольной работы (курсовой работы)	18/0	0/18	18
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) (экзамен/зачет)	9/4	4/9	13/13
5	Трудоемкость дисциплины			
	Всего: в академич. час.	108	144	252
	в зачетных единицах	3	4	7

* - согласно базовым учебным планам.

Таблица 4.1. Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (заочная форма обучения)							Трудоёмкость, ч/ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	2,5	1	1	0,5		9		11,5
		2	2	1		1		9		11
	2	3	2	1	1			9		11
		3	4	1,5	1		0,5		9	
	5		3,5	1	1	0,5	1	9		12,5
	Итого по модулю:			11,5	5	3	2,5	1	45	
2	4	6	2,5	1	1	0,5		10/11		12,5/13,5
		7	3,5	1	2	0,5		11/13		14,5/16,5
		8	4,5	1	2	0,5	1	11/13		15,5/17,5
	Итого по модулю:			10,5	3	5	1,5	1	32/37	
Промежуточная аттестация:			экзамен/зачет						9/4	9/4
Итого за 1-й семестр:			22	8	8	4	2	77/82	9/4	108 3
3	5	9						10		10
	6	10						10		10
		11						10		10
	7	12						10		10
		13						10		10
		14	1,5	0,5			1	10		11,5
Итого по модулю:			1,5	0,5	0	1	1	60		61,5
4	8	15	3,5	0,5	2	1		16/15		19,5/18,5
	9	16	0,5	0,5				16/15		16,5/15,5
	10	17						11/10		11/10
		18						11/10		11/10
	11	19	3,5	0,5	2		1	16/15		19,5/18,5
	Итого по модулю:			7,5	1,5	4	1	1	70/65	
Промежуточная аттестация:			зачет/экзамен						4/9	4/9
Итого за 2-й семестр:			10	2	4	2	2	130/ 125	4/9	144 4
Всего по дисциплине:			32	10	12	6	4		13/13	252 / 7

Контрольная работа.

Контрольная работа проводится в форме курсовой работы. На первом занятии преподаватель выдает один из вариантов тем курсовых работ с исходными данными. Курсовая работа выполняется самостоятельно в соответствии с **Методическими рекомендациями по самостоятельной работе.**