



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

12 2016 г.

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического (прикладного) бакалавриата / специалитета
Направление бакалавриата / специалитета:

- 08.03.01 Строительство
- 15.03.02 Технологические машины и оборудование
- 21.03.01 Нефтегазовое дело
- 21.05.04 Горное дело
- 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
- 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
- 22.03.01 Материаловедение и технология материалов
- 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Квалификация выпускника:

бакалавр / горный инженер (специалист)

Форма обучения:

очная

Курс: 2

Семестр(-ы): 3/4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 / 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 / 144 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 3/4

Зачёт: -3/4

Курсовая работа: - 3/4

Пермь
2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Сопротивление материалов» разработан на основании:

- федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, утверждённых приказами Министерства образования и науки Российской Федерации по направлениям / специальностям подготовки:
 - «12» марта 2015 г. приказ № 201 по направлению 08.03.01 «Строительство»;
 - «20» октября 2015 г. приказ № 1170 по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»;
 - «12» марта 2015 г. приказ № 226 по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»;
 - «17» октября 2016 г. приказ № 1298 по направлению 21.05.04 «Горное дело»;
 - «12» сентября 2016 г. приказ № 1156 по направлению 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства»;
 - «01» декабря 2014 г. приказ № 1530 по направлению 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии»;
 - «12» ноября 2015 г. приказ № 1331 по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;
 - «14» декабря 2015 г. приказ № 1470 по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»;
- компетентностных моделей выпускников ООП по направлениям подготовки, утверждённых «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базовых учебных планов по направлениям подготовки, утвержденных «28» апреля 2016 г. / «27» октября 2016 г.

Разработчики:

канд. техн. наук, доц.

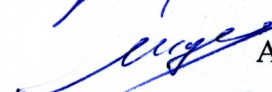
 А.А. Крюков

канд. физ.-мат. наук, доц.

 Е.Ю. Макарова

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц.

 А.П. Жученков


д-р физ.-мат. наук, проф.

 А.А. Чекалкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин» «28» 10 2016 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой

«Материалы, технологии и конструирование машин», д-р техн. наук, проф.

 А.М. Ханов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» «26» 11 2016 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой

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

 А.Н. Аношкин

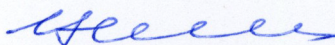
Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Механико-технологического факультета «21» 11 2016 г., протокол № 20.

Председатель учебно-методической комиссии механико-технологического факультета, канд. пед. наук, доц.

 Е.А. Синкина

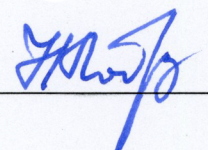
Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «28» ноября 2016 г., протокол № 2.

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


Н.Е. Чигодаев

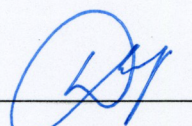
Рабочая программа одобрена Учебно-методическим советом университета
«21» 10 2016 г., протокол № 8.

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 на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций, обеспечивающих требуемую надёжность и безопасность работы изделий.

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

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

№	Код Направления	Наименование направления	Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов	
			Код компетенции	Формулировка компетенции
1	08.03.01	Строительство	ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			ОПК-2	способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
2	15.03.02	Технологические машины и оборудование	ПК-16	умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
3	21.03.01	Нефтегазовое дело	ОПК-2	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
4	21.05.04	Горное дело	ОПК-5	готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов
			ОПК-9	владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений
5	21.05.05	Физические процессы горного или нефтегазового производства	ОПК-5	готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов

6	21.05.06	Нефтегазовые техника и технологии	ПК-1	способность организовывать рациональную, безопасную и экологичную производственно-технологическую деятельность
			ПК-5	готовность применять процессный подход в профессиональной деятельности
7	22.03.01	Материаловедение и технологии материалов	ОПК-3	готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности
			ОПК-4	способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
8	23.03.03	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-3	готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

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 дисциплинарных компетенций

№ п/п	Направление 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 анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	УК-2: Способность проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций.

1	2	3	4	5
1	270800.62	Строительство	ОПК-1: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2: способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
2	15.03.02	Технологические машины и оборудование	ПК-16: умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	ПК-16: умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
2	21.03.01	Нефтегазовое дело	ОПК-2: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
1	21.05.04	Горное дело	ОПК-5: готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов	ОПК-9: владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений
5	21.05.05	Физические процессы горного или нефтегазового производства	ОПК-5: готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов	ОПК-5: готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов

1	2	3	4	5
6	21.05.06	Нефтегазовые техника и технологии	ПК-5: готовность применять процессный подход в профессиональной деятельности	ПК-1: способность организовывать рациональную, безопасную и экологичную производственно-технологическую деятельность
7	22.03.01	Материаловедение и технологии материалов	ОПК-3: готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	ОПК-4: способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
8	23.03.03	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-3: готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-3: готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

1.2 Задачи дисциплины:

• *формирование знаний*

- изучение теоретических основ и методов проведения расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций и машин;

• *формирование умений* самостоятельно проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций;

• *формирования навыков* определения основных механических свойств материалов по результатам стандартных лабораторных испытаний.

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 теории напряженного и деформированного состояния в точке тела;

• классические теории прочности и критерии пластичности материалов;

• расчеты на прочность и жесткость при сложном сопротивлении изделий;

• расчеты на устойчивость сжатых стержней;

• расчеты на прочность 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 / дисциплиной по выбору* при освоении ООП по всем перечисленным выше направлениям подготовки.

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

- **знать:**

- законы механики;
- основные понятия и гипотезы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»;
- теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;
- виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций;
- закон упругости для растяжения (сжатия), для чистого сдвига, обобщенный закон Гука;
- 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 характера нагружения изделий;

- **уметь:**

- ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций;
- проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержневых систем;
- 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;

- **владеть:**

- 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;
- навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;
- навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному определению механических 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			
УПК-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
УПК-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 Б1.Б/В/ДВ	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"> - законы механики; - закон упругости для растяжения (сжатия), для чистого сдвига, обобщенный закон Гука; - существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов; - сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов; - классические теории прочности и критерии пластичности материалов. 	<p>Лекции.</p> <p>Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Вопросы к экзамену или зачету.</p> <p>Тестовые вопросы к текущему и промежуточному тестированию.</p>
<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 проведенных лабораторных испытаний; - выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов конструкций. 	<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>
<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 определению механических свойств конструкционных материалов. 	<p>Лабораторные работы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Типовые задания к лабораторным работам.</p>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции УПК-2

Код	Формулировка компетенции
УПК-2 Б1.Б/В/ДВ	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, жёсткость 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. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Вопросы к экзамену или зачету. 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, жёсткость и устойчивость стержневых систем. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам. Типовые задания к расчетно-графическим работам. 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. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам. Типовые задания к расчетно-графическим работам. Типовые задания к курсовой работе.</p>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 (4) 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 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, часов	
		семестр 3 (4)	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	43	43
	-в том числе в интерактивной форме	8	8
	- лекции (Л)	16	16
	-в том числе в интерактивной форме	4	4
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	-в том числе в интерактивной форме	4	4
	- лабораторные работы (ЛР)	9	9
	-в том числе в интерактивной форме	–	–
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63
	- изучение теоретического материала	12	12
	- подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам	4	4
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	10	10
	- подготовка к тестированию	3	3
	- курсовая работа	18	18
	- выполнение расчетно-графических работ	16	16
4	Промежуточная аттестация (итоговый контроль) по дисциплине: зачет / экзамен	0 / 36	0 / 36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	108 (144)	108 (144)
	в зачётных единицах (ЗЕ)	3 (4)	3 (4)

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 аттест.	
			всего	Л	ПЗ (С)	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		Введение	1	1						1
	1	1	5	2	2	1		4,5		9,5
		2	3			3		6		9
	2	3	2		2			6,5		8,5
	3	4	2	1		1		2,5		4,5
		5	5	2	2	1	0,5	5		10,5
Итого по модулю:			18	6	6	6	0,5	24,5		43 / 1,2
2	4	6	4	2	2			6		10
		7	4	2	2			6,5		10,5
		8	6	2	2	2	0,5	9		15,5
	Итого по модулю:			14	6	6	2	0,5	21,5	
3	5	9	2	1	1			2,5		4,5
		10	2	1	1			4		6
	6	11	3	1	1	1		3		6
		12	2	1	1			1,5		3,5
	7	13	1		1			2,5		3,5
	8	14	1		1		1	3,5		5,5
	Итого по модулю:			11	4	6	1	1	17	
Промежуточная аттестация			Зачет / Экзамен						0 / 36	0 (36) / 0 (1)
Всего по дисциплине:			43	16	18	9	2	63	0 / 36	108 (144) / 3 (4)

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1

Растяжение и сжатие, сдвиг и кручение, геометрические характеристики плоских сечений

Л – 6 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 24,5 ч, КСР – 0,5 ч.

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 – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 10,5 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 поперечных сечений стержней.

Л – 0 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 6,5 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 – 2 ч, СРС – 7,5 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

Л – 6 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 2 ч, СРС – 21,5 ч, КСР – 0,5 ч.

Раздел 4. Изгиб прямого стержня.

Л – 6 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 2 ч, СРС – 21,5 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. Определение перемещений методом интеграла Мора. Определение перемещений способом Верещагина. Условие жесткости при изгибе.

Модуль 3

Напряженно-деформированное состояние в точке тела, сложное сопротивление, усталостная прочность материалов, устойчивость сжатых стержней

Л – 4 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР – 1 ч, СРС – 17 ч, КСР – 1 ч.

Раздел 5. Основы напряженного и деформированного состояния в точке тела.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 6,5 ч.

Тема 9. 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 10. 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 6. Сложное сопротивление.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 1 ч, СРС – 4,5 ч.

Тема 11. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие).

Виды сложного сопротивления. Плоский и пространственный косой изгиб. Анализ внутренних силовых факторов при косом изгибе. Напряжения при косом изгибе. Положение нейтральной линии при косом изгибе. Условие прочности при косом изгибе. Внецентренное растяжение (сжатие): анализ внутренних силовых факторов, возникающие напряжения, положение нейтральной линии, условие прочности, ядро сечения.

Тема 12. Изгиб с кручением.

Изгиб с кручением валов круглого сечения. 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.

Раздел 7. Усталостная прочность материалов.

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

Тема 13. 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 8. Устойчивость стержней.

Л – 0 ч, ПЗ – 1 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 3,5 ч.

Тема 14. 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.

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 жёсткость 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 8	Определение перемещений при изгибе методом интеграла Мора и способом Верещагина.
7	Тема 9, 10	Анализ плоского напряженного состояния в точке тела. Расчет по теориям прочности.
8	Тема 11, 12	Расчеты на прочность при сложном сопротивлении: косом изгибе, изгибе с кручением.
9	Тема 13, 14	Расчет валов на сопротивление многоциклового усталости. Расчет на устойчивость центрально сжатого стержня.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 1, 2	Проведение испытаний на растяжение пластичного и хрупкого материалов. Определение основных характеристик прочности и пластичности материала.
2	Тема 1, 2	Проведение испытаний на сжатие пластичного и хрупкого материалов. Экспериментальное определение методом тензометрирования упругих характеристик материала: модуля Юнга и коэффициента Пуассона.
3	Тема 4, 5	Определение модуля сдвига материала по результатам испытания на кручение тонкостенной трубки.
4	Тема 8	Опытное определение перемещений при изгибе в заданных сечениях балки.
5	Тема 11	Опытное определение перемещений консольной балки при косом изгибе.

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. Выполнение расчетно-графической работы.	0,5 4
2	Самостоятельное изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторным работам.	2 4
3	Подготовка к аудиторным занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала. Выполнение расчетно-графической работы.	0,5 2 4
4	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка отчета по лабораторным работам.	0,5 2
5	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к тестированию по модулю.	4 1
6	Выполнение курсовой работы.	6
7	Подготовка к аудиторным занятиям. Выполнение курсовой работы.	0,5 6
8	Выполнение курсовой работы. Подготовка отчета по лабораторным работам. Подготовка к тестированию по модулю.	6 2 1
9	Подготовка к аудиторным занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала.	0,5 2
10	Выполнение расчетно-графической работы.	4
11	Самостоятельное изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторным работам.	1 2
12	Подготовка к аудиторным занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала.	0,5 1
13	Подготовка к аудиторным занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала.	0,5 2
14	Подготовка к аудиторным занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала. Подготовка к тестированию по модулю.	0,5 2 1
	Итого: в часах / в ЗЕ	63 ч. / 1,75 ЗЕ

4.5.1 Курсовая работа

Выполняется типовая курсовая работа на тему «Проектировочные расчеты элементов конструкций на прочность и жесткость при поперечном изгибе». Курсовая работа состоит из следующих частей:

1. Тема 6, 7. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям.
2. Тема 6, 7. Полная проверка на прочность двутавровой балки.
3. Тема 8. Определение перемещений в балках.

4.5.2 Расчетно-графические работы

Выполняются следующие расчетно-графические работы:

1. Тема 1. Расчет на прочность стержневых систем растяжения и сжатия.
2. Тема 3. Определение геометрических характеристик плоских сечений.
3. Тема 5. Расчет вала на прочность и жесткость.
4. Тема 9, 10. Анализ плоского напряженного состояния в точке тела.

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 одного семестра, 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 2. 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.

Тема 3. 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.

Тема 9. 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. Положение нейтральной линии при косом изгибе. Внецентренное растяжение (сжатие): анализ внутренних силовых факторов, возникающие напряжения, положение нейтральной линии, условие прочности, ядро сечения.

Тема 13. 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.

Тема 14. 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.

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 работа и расчетно-графические работы являются 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 или краткий опрос;
- 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);
- защита отчетов по лабораторным работам;
- защита расчетно-графических работ;
- защита курсовой работы.

6.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль) освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) **Зачёт** (для направлений, у которых в учебном плане предусмотрен зачет).

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

2) **Курсовая работа** (для направлений, у которых в учебном плане предусмотрена курсовая работа).

– Оценка за курсовую работу выставляется отдельно по результатам её выполнения и защиты.

3) **Экзамен** (для направлений, у которых в учебном плане предусмотрен 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, задания к курсовой работе, тесты, вопросы экзаменационных билетов, методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблицы планирования результатов обучения, позволяющие оценивать результаты освоения данной дисциплины, входит в состав РПД 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					
	Теку- щий	Рубежный и промежуточный				Итого- вый кон- троль
	ТК	Т	РГР	ЛР	КР	Дифф. зачёт, Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 знать законы механики;	ТК	Т1				ТВ
3.2 знать основные понятия и гипотезы, используемые в курсе «Сопротивление материалов»;	ТК	Т1				ТВ
3.3 знать теоретические положения, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций;	ТК	Т 1-3				ТВ
3.4 знать виды простого и сложного сопротивления элементов конструкций;	ТК	Т 1-3				ТВ
3.5 знать закон упругости для растяжения (сжатия), для чистого сдвига, обобщенный закон Гука;	ТК	Т 1-3				ТВ
3.6 знать существующие методы стандартных испытаний для определения механических свойств материалов;	ТК	Т 1,3				ТВ
3.7 знать сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов;	ТК	Т 1,2				ТВ
3.8 знать классические теории прочности и критерии пластичности материалов;	ТК	Т3				ТВ
3.9 знать основы проведения расчетов элементов конструкций при сложных видах сопротивления, а также в условиях циклического характера нагружения изделий.	ТК	Т3				ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь ориентироваться в выборе расчетных схем элементов конструкций;			РГР 1 - 4		КР	ПЗ
У.2 уметь проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость стержневых систем;			РГР 1 - 4	ОЛР 5 - 9	КР	ПЗ
У.3 уметь подбирать и использовать справочную литературу, необходимую для проведения инженерных расчетов;			РГР 1 - 4		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 4		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 - 4	ОЛР 5 - 9	КР	ПЗ
В.2 владеть навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;			РГР 1 - 4	ОЛР 5 - 9	КР	ПЗ
В.3 владеть навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;				ОЛР 1 - 4		ПЗ
В.4 владеть навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному определению механических свойств конструкционных материалов.				ОЛР 1 - 9		ПЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме тестирования (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

3-й (4-й) семестр

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P1			P2	P3		P4					P5		P6		P7	P8		
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						1			9
Изучение теор. материала		2		2										2	2		2	2	12
Подготовка к ауд. занятиям					1				1				1		1				4
Курсовая работа								2	4	4	4	4							18
Расчетно-графические работы		2	2	4	2	2								4					16
Подготовка отчетов по лаб. работам		2	2			2						2				2			10
Подготовка к тестированию						1						1						1	3
Модуль:	M 1					M 2					M 3								
КСР						0,5						0,5						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

Соппротивление материалов <small>(полное название дисциплины)</small>	БЛОК 1. Дисциплины (модули) <small>(цикл дисциплины)</small>													
	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента												
08.03.01 15.03.02 21.03.01 21.05.04 21.05.05 21.05.06 22.03.01 23.03.03	Строительство Технологические машины и оборудование Нефтегазовое дело Горное дело Физические процессы горного или нефтегазового производства Нефтегазовые техника и технологии Материаловедение и технология материалов Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов													
<small>(код направления подготовки)</small>	<small>(полное название направления подготовки)</small>													
СТ / МТТ, САД, ТМО / МОН, ОНП, НД / РНГМ, БНГС, ГНЦ, ГД / ГМ, МД, РМПИ, ЭАГП, ФП / ФП, ФП, НТТ / РНГМ, МТМ / ПКМ, МТН, ЭТМ / А, СДМ	Уровень подготовки: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td><td style="text-align: center;">специалист</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td><td style="text-align: center;">бакалавр</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">магистр</td></tr> </table>	x	специалист	x	бакалавр		магистр	Форма обучения: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td><td style="text-align: center;">очная</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">заочная</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">очно-заочная</td></tr> </table>	x	очная		заочная		очно-заочная
x	специалист													
x	бакалавр													
	магистр													
x	очная													
	заочная													
	очно-заочная													
<small>(аббревиатура направления подготовки)</small>														
2016 <small>(год утверждения учебного плана ООП)</small>	Семестр: 3 / 4	Количество групп: 17 Количество студентов в группе: 20 Общее количество студентов: 340												

Крюков Алексей Андреевич, к.т.н., доцент,
 Жученков Анатолий Петрович, к.т.н., доцент,
 Зинштейн Михаил Львович, доцент,
 Лосева Марина Александровна, к.филос.н., доцент
 Механико-технологический факультет,
 кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин», тел.: 2-198-099.

Макарова Елена Юрьевна, к.ф.-м.н., доцент,
 Писарев Павел Викторович, к.т.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- сто нахождения 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

22.11.2016

(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

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – 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

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – 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. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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
Аэрокосмический факультет
Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры МКМК
протокол № 8 от 11.01. 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 академического (прикладного) бакалавриата

Направления бакалавриата:

08.03.01 Строительство

15.03.02 Технологические машины и оборудование

21.03.01 Нефтегазовое дело

21.05.04 Горное дело

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

22.03.01 Материаловедение и технология материалов

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Квалификация выпускника:

бакалавр / горный инженер (специалист)

Форма обучения:

очная

Курс: 2

Семестр(-ы): 3/4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 / 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 / 144 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 3/4

Зачёт: -3/4

Курсовая работа: - 3/4

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 / специальностям подготовки:
 - «12» марта 2015 г. приказ № 201 по направлению 08.03.01 «Строительство»;
 - «20» октября 2015 г. приказ № 1170 по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»;
 - «12» марта 2015 г. приказ № 226 по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»;
 - «17» октября 2016 г. приказ № 1298 по направлению 21.05.04 «Горное дело»;
 - «12» сентября 2016 г. приказ № 1156 по направлению 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства»;
 - «01» декабря 2014 г. приказ № 1530 по направлению 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии»;
 - «12» ноября 2015 г. приказ № 1331 по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;
 - «14» декабря 2015 г. приказ № 1470 по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»;
- компетентностных моделей выпускников по направлениям подготовки, утверждённых «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базовых учебных планов по направлениям подготовки, утвержденных «28» апреля 2016 г. / «27» октября 2016 г.
- рабочей программы дисциплины «**Соппротивление материалов**» утвержденной «21» декабря 2016 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 УК-1, УК-2:

унифицированная компетенция УК-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 УК-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 учебный материал дисциплины разбит на 3 учебных модуля, освоение которых запланировано в течение одного семестра. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, в рамках которой некоторые темы изучаются самостоятельно, а также выполняются индивидуальные задания и курсовая работа.

В результате освоения учебного материала дисциплины формируется 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. — Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

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

работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;						
- навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности;		+	+		+	ПЗ
- навыками определения основных характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;		+				ПЗ
- навыками самостоятельной работы в лабораторных условиях по экспериментальному определению механических свойств конструкционных материалов.		+				ПЗ

Примечание:

ТК — текущий контроль (контроль знаний по теме);

ЛР — выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта и сдачей (контроль умений, владений навыками);

РГР — расчетно-графические работы (контроль умений, владений навыками);

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

КР — курсовая работа (контроль умений, владений навыками);

ТВ — теоретические вопросы экзамена;

ПЗ — практические задания экзамена.

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

2.1 Текущий контроль проводится по темам в форме тестирования или краткого опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Текущему контролю подлежат посещаемость студентами аудиторных занятий и оценка работы студента на занятиях. Пример тестовых заданий приведен в Приложении 1.

2.2. Рубежный и промежуточный контроль для оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1–3);
- защита расчетно-графических работ (модули 1–3);
- тестирование (контрольные работы) по модулям (модули 1–3).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Темы лабораторных работ 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 лабораторной работы 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 учебного материала
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-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Защита расчетно-графических работ

Типовые индивидуальные задания на расчетно-графические работы:

Задание 1. Расчет на прочность стержневых систем растяжения-сжатия

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. Определение геометрических характеристик плоских сечений.

Для заданных форм плоских сечений определить положение главных центральных осей, вычислить основные геометрические характеристики сечений.

Задание 3. Расчет вала на прочность и жесткость.

Определить размеры полого или сплошного ступенчатого вала из условия прочности и жесткости при кручении.

Задание 4. Анализ плоского напряженного состояния в точке тела.

Выполнить проектировочный расчет балки прямоугольного поперечного сечения на прочность и/или жесткость при заданных физико-механических характеристиках материала и коэффициентах запаса прочности, при заданных параметрах геометрии и приложенных внешних распределенных и/или сосредоточенных сил и пар сил.

Шкала и критерии оценивания приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 — Критерии и шкала оценивания защиты расчетно-графических работ

Балл за умения, владения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
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 выполнил индивидуальное задание расчетно-графической работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, владение навыками применения полученных знаний и умений в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении индивидуального задания расчетно-графической работы студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>

Результаты защиты расчетно-графических работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний, умений и владений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2.3. Контрольные работы (тестирование)

Согласно РПД запланировано 2 рубежные **контрольные работы** (тестирование) после изучения студентами учебных модулей дисциплины.

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 результатов контрольной работы

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
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>
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-х балльной шкале оценивания знаний и умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Таблица 2.4. —Шкала и критерии оценивания результатов тестирования

Балл за знания умения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала модуля
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>

Комплект тестов для рубежного тестирования хранится на кафедре.

Результаты рубежного тестирования по 4-х балльной шкале оценивания знаний, умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Итоговыми оценками освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) являются промежуточная аттестация в виде **зачета по курсовой работе и зачета или экзамена**.

2.3.1 Зачет по курсовой работе

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

Выполняется типовая курсовая работа на тему «Проектировочные расчеты элементов конструкций на прочность и жесткость при поперечном изгибе».

Курсовая работа состоит из следующих частей:

1. Тема 6, 7. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям.
2. Тема 6, 7. Полная проверка на прочность двутавровой балки.
3. Тема 8. Определение перемещений в балках.

Курсовая работа выполняется студентом по индивидуальному варианту, защищается на консультации. При выставлении итоговой оценки за курсовую работу учитываются результаты защиты расчетно-графических работ.

Шкала и критерии оценивания приведены в табл. 2.5.

Таблица 2. 5. Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы

Балл за умения, владения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
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>

Балл за зумения, владения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
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, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

По результатам защиты курсовой работы выставляется интегральная оценка по 4-х балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные образовательные результаты в форме *знать, уметь, владеть*.

2.3.2. Экзамен

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время промежуточной аттестации в форме 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 по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два вопроса и одно практическое задание.

Типовое практическое задание для контроля освоенных умений и приобретенных владений: задача расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций при растяжении-сжатии, кручении, сдвиге и изгибе.

В Приложении 2 приведен примерный перечень вопросов к экзамену, в Приложении 3 — образцы практических заданий, а в Приложении 4 — образец экзаменационного билета.

Полный комплект вопросов и заданий для экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

В табл. 2.6 - 2.7 приведены критерии и шкала оценивания результатов обучения на экзамене.

Таблица 2.6. — Критерии и шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретические вопросы билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках</i>

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
		<i>усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы 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 теоретические вопросы билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.7. — Критерии и шкала оценивания уровня умений и владений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений и владений
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>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не решил задачу или привёл неверное решение. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в виде табл. 3.1.

2.3.3. Зачет

Для направлений, у которых в учебном плане не предусмотрен экзамен, промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

Зачет по дисциплине выставляется по итогам текущего и рубежного контроля, выполнения практических и индивидуальных заданий студента, при условии выполнения и защиты всех отчетов по лабораторным работам, при условии выполнения и защиты курсовой работы.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета:

- интегральная оценка за знание по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля в форме текущего и рубежного тестирования запланированных в рабочей программе дисциплины;
- интегральная оценка за умение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам рубежного контроля в форме выполнения практических и индивидуальных заданий, запланированных в рабочей программе дисциплины;

• интегральная оценка за владение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам рубежного контроля в форме выполнения практических и индивидуальных заданий, запланированных в рабочей программе дисциплины.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в табл. 3.2.

3. Критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на 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.

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.

Таблица 3.1 Пример оценочного листа (с экзаменом)

Интегральный результат текущего и рубежного контроля	Оценка за экзамен			Средняя оценка	Итоговая оценка
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	Отлично
4	3	3	3	3.25	Удовлетворительно
3	5	4	3	3.75	Хорошо
3	3	3	2	2.75	неудовлетворительно
3	3	4	2	3.0	неудовлетворительно

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена:

«Отлично» – средняя оценка $\geq 4,5$;

«Хорошо» – средняя оценка $\geq 3,7$ и $< 4,5$;

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $< 3,7$ 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.

Таблица 3.2. Пример оценочного листа (с зачетом)

Оценка уровня сформированности компетенций			Средняя оценка	Итоговая оценка
Знания	умения	владения		
5	4	5	4.67	Зачтено
3	3	3	3.0	Зачтено
3	4	3	3.33	Зачтено
2	3	3	2.67	Незачтено
4	4	2	3.33	Незачтено

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета:

«Зачтено» – средняя оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

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

Образец тестовых заданий по Теме 1. Центральное растяжение и сжатие

1. Стальной стержень квадратного сечения растягивается с силой $P = 20$ кН. Какое минимальное значение должна иметь сторона a квадратного сечения, если допустимое напряжение при растяжении $[\sigma] = 300$ МПа

1) 10 мм 2) 100 мм 3) 20 мм

2. Ступенчатый стержень нагружен осевыми силами. Длина участка l , площадь поперечного сечения F , модуль Юнга E и равномерно распределенная нагрузка q известны. Определить полное удлинение стержня

1) $ql^2 / (2EF)$ 2) 0 3) $-ql^2 / (2EF)$

3. Ступенчатый стержень нагружен осевыми силами. Длина участка l , площадь поперечного сечения F , модуль Юнга E и равномерно распределенная нагрузка q известны. Какое максимальное усилие (по модулю) испытывает стержень?

1) $2ql$ 2) ql 3) $3ql$

4. Ступенчатый стержень нагружен осевыми силами. Площадь поперечного сечения $F = 200$ мм², величина силы $ql = 10$ кН. Определить наибольшее напряжение

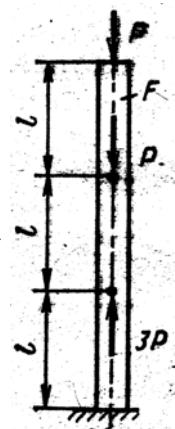
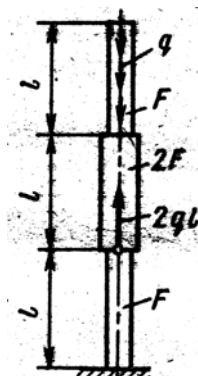
1) 62 МПа 2) 50 МПа 3) 125 МПа

5. Стержень постоянного поперечного сечения нагружен осевыми силами. Длина участка l , внешнее усилие P , площадь поперечного сечения F и модуль Юнга E известны. Какое максимальное усилие (по модулю) испытывает стержень.

1) $2P$ 2) $3P$ 3) $6P$

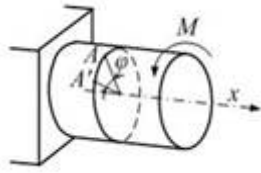
6. Стержень постоянного поперечного сечения нагружен осевыми силами. Длина участка l , площадь поперечного сечения F и модуль Юнга E известны. Определить полное удлинение стержня.

1) $-2Pl / (EF)$ 2) $2Pl / (2EF)$ 3) $Pl / (2EF)$



Образец теста по Теме 5. Кручение

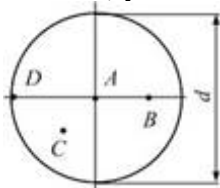
1. Величина φ является ...



1. угловым перемещением поперечного сечения стержня
2. углом поворота точки A
3. угловым перемещением центра тяжести поперечного сечения
4. углом поворота стержня

2. $M_{кр}$ – крутящий момент в поперечном сечении круглого вала диаметром d .

Напряжение, равное $\frac{16M_{кр}}{\pi d^3}$, действует в точке...

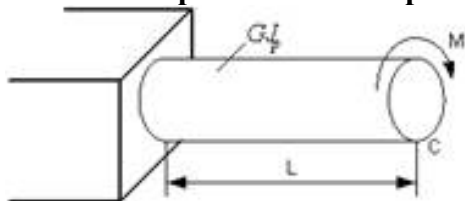


1. D
2. A
3. B
4. C

3. Для круглого стержня, работающего на кручение, произведение GJ_p называется жесткостью...

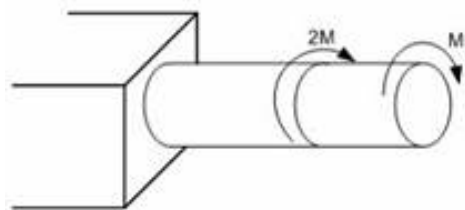
1. поперечного сечения на кручение
2. поперечного сечения на растяжение – сжатие
3. поперечного сечения на изгиб
4. стержня на кручение

4. Угол поворота сечения C равен...



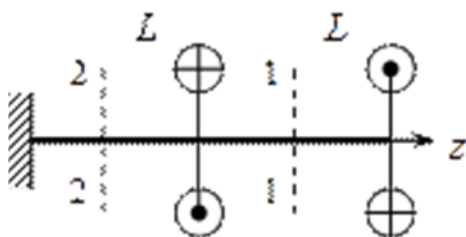
1. $\frac{2ML}{GJ_p}$;
2. $\frac{ML}{2GJ_p}$;
3. $\frac{ML}{GJ_p}$;
4. $\frac{ML}{2GJ_p}$.

5. Условие..... для стержня имеет вид...



1. $\frac{2M}{W_p} \leq [\tau]$;
2. $\frac{M}{W_p} \leq [\tau]$;
3. $\frac{2Md}{I_p} \leq [\tau]$;
4. $\frac{3M}{W_p} \leq [\tau]$.

6. Крутящие моменты в сечениях бруса 1-1 и 2-2 равны...

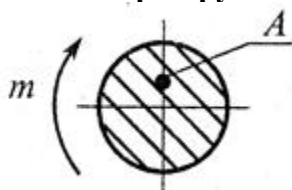


1. $M_{z1}=0, M_{z2}=L$;
2. $M_{z1}=L, M_{z2}=0$;
3. $M_{z1}=L, M_{z2}=2L$;
4. $M_{z1}=L, M_{z2}=-L$.

7. Закон Гука при кручении выражается формулой...

1. $\tau = G\gamma$;
2. $\sigma = E\varepsilon$;
3. $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$;
4. $\tau = \frac{M_{кр} \rho}{I_p}$.

8. Напряжения при кручении определяются по формуле...

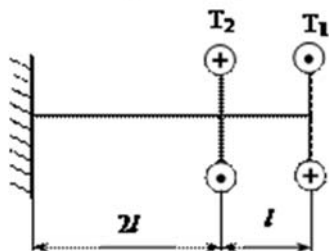


1. $\tau = \frac{Q}{A}$;
2. $\tau = \frac{M}{W_p}$;
3. $\tau = G\gamma$;
4. $\tau = \frac{M\rho}{I_p}$.

9. Определить величину крутящего момента T стального стержня ($G = 8 \cdot 10^4$ МПа) круглого сечения $D = \dots$ мм при допускаемом напряжении $[\tau] = 100$ МПа. Чему равна величина угла закручивания участка стержня длиной 100 см.

1. $T = 15,7$ кНм; $\varphi = 0,02$ рад;
2. $T = 256$ Нм; $\varphi = 0,2$ рад;
3. $T = 157$ Нм; $\varphi = 0,125$ рад;
4. $T = 15,7$ кНм; $\varphi = 0,02$ рад.

10. К стальному валу круглого поперечного сечения приложены два момента $T_2 = \dots$ кНм и T_1 . Определить при каком значении момента T_1 угол поворота правого концевого сечения вала равен нулю?

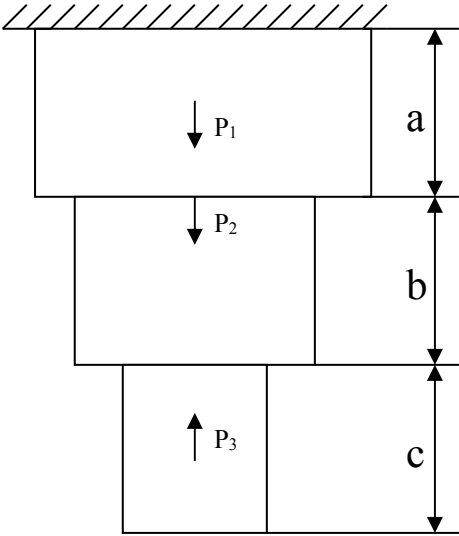
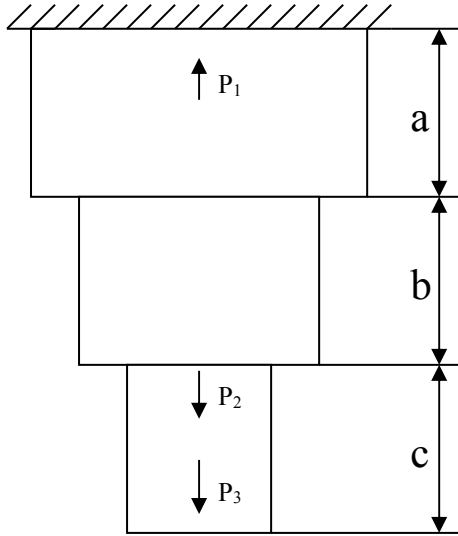
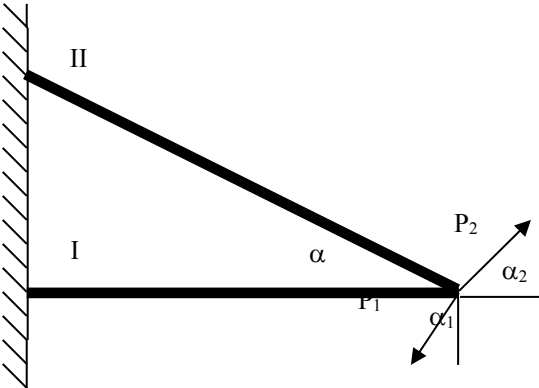
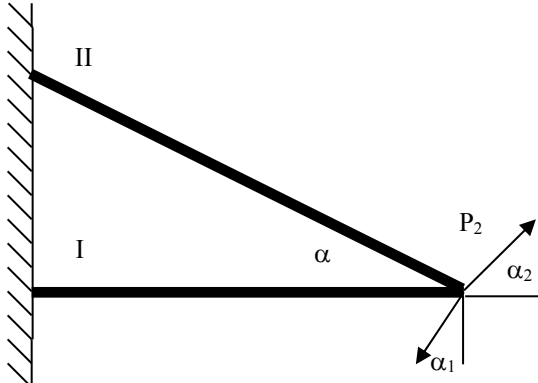


1. $T_1 = 15,7$ кНм;
2. $T_1 = 20$ кНм;
3. $T_1 = 45$ кНм;
4. $T_1 = 30$ кНм;

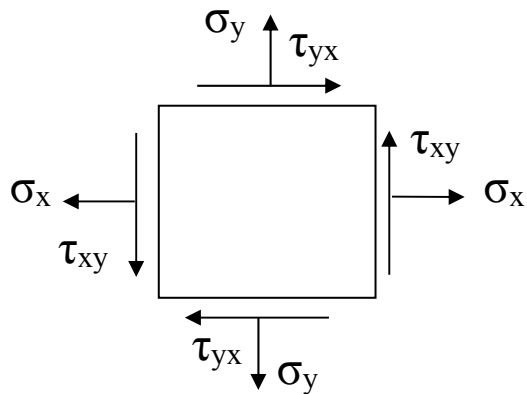
Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов. Прочность. Жесткость. Устойчивость. Упругость. Способность к пластическому деформированию. Хрупкость. Основные модели сопротивления материалов (модели формы, материала и типа нагружения).
2. Внешние и внутренние силовые факторы. Классификация внутренних силовых факторов. Метод сечений
3. Физическая точка деформируемого твердого тела. Напряженное состояние в физической точке. Виды напряженных состояний
4. Плоское напряженное состояние. Главные напряжения. Определение главных напряжений. Ориентация площадок, на которых действуют главные напряжения
5. Плоское напряженное состояние. Наибольшие касательные напряжения. Ориентация площадок, на которых действуют наибольшие касательные напряжения
6. Деформируемое состояние физической точки. Осевые деформации и углы сдвига. Обобщенный закон Гука для изотропного тела. Относительное изменение объема
7. Деформируемое состояние физической точки. Осевые деформации и углы сдвига. Потенциальная энергия упругих деформаций
8. Центральное растяжение (сжатие). Продольные силы, нормальные напряжения и осевые деформации. Коэффициент Пуассона, модуль Юнга
9. Принципы расчета элементов конструкций. Предельные, допустимые, реальные напряжения. Коэффициент запаса прочности и факторы, определяющие его значение. Расчет по напряжениям (прочностной расчет)
10. Виды испытаний материалов. Механические свойства конструкционных материалов. Диаграмма деформирования упруго-пластичных материалов.
11. Принципы расчета элементов конструкций. Предельные, допустимые, расчетные напряжения. Расчет по допускаемым перемещениям (расчет на жесткость)
12. Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент сечения, осевые моменты инерции сечений, полярный момент инерции, их определение для простых форм сечений и сложных
13. Геометрические характеристики плоских сечений. Осевые и центробежные моменты инерции, их определение для простых форм сечений и сложных. Изменение осевых и центробежных моментов инерции при параллельном переносе осей координат. Теорема Гюйгенса-Штейнера
14. Изменение осевых и центробежных моментов инерции при развороте системы координат. Главные оси и главные моменты инерции
15. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Напряжения и деформации стержня круглого поперечного сечения при кручении
16. Виды изгиба. Определение внутренних силовых факторов при изгибе. Деформации и напряжения при чистом изгибе
17. Определение перемещений при чистом изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Метод начальных параметров
18. Косой изгиб. Положение нейтральной линии
19. Косой изгиб. Методы расчета на прочность
20. Теории прочности. Эквивалентное напряженное состояние. Первая и вторая теории прочности. Коэффициенты запаса прочности
21. Теории прочности. Эквивалентное напряженное состояние. Третья теория прочности. Коэффициенты запаса прочности
22. Теории прочности. Эквивалентное напряженное состояние. Четвертая теория прочности. Коэффициенты запаса прочности
23. Теории прочности. Эквивалентное напряженное состояние. Теории прочности Мора. Коэффициенты запаса прочности

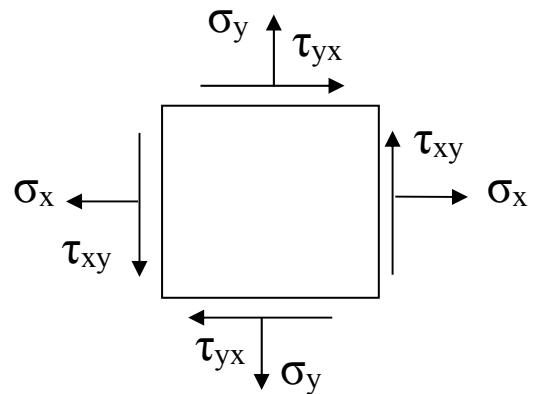
24. Совместное действие нескольких внешних силовых факторов, приводящих к растяжению (сжатию), кручению и изгибу. Принципы расчета на прочность
25. Понятие об устойчивости. Задача Эйлера. Первая критическая сила. Коэффициент приведенной длины. Гибкость стержня. Формула Ясинского
26. Явление усталости. Кривые усталостной прочности. Физический и условный предел выносливости. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.
27. Расчет на сопротивление усталости при асимметричных циклах нагружения.

<p>Построить эпюры N, σ, Δl. $P_1=30$ кН, $P_2=200$ кН, $P_3=80$ кН, $a=2$ м, $b=4$ м, $c=2$ м, $F_1=10$ см², $F_2=20$ см², $F_3=8$ см², $[\sigma]=160$ МПа, $E=200$ МПа.</p> 	<p>Построить эпюры N, σ, Δl. $P_1=30$ кН, $P_2=200$ кН, $P_3=80$ кН, $a=2$ м, $b=4$ м, $c=2$ м, $F_1=10$ см², $F_2=20$ см², $F_3=8$ см², $[\sigma]=160$ МПа, $E=200$ МПа.</p> 
<p>Найти N, σ. Проверить условие прочности. $P_1=30$ кН, $P_2=40$ кН, $\alpha=30^\circ$, $\alpha_1=30^\circ$, $\alpha_2=0^\circ$, $F_1=10$ см², $F_2=20$ см², $[\sigma]=160$ МПа, $E=200$ МПа.</p> 	<p>Найти N, σ. Проверить условие прочности. $P_1=30$ кН, $P_2=40$ кН, $\alpha=45^\circ$, $\alpha_1=0^\circ$, $\alpha_2=45^\circ$, $F_1=10$ см², $F_2=20$ см², $[\sigma]=160$ МПа, $E=200$ МПа.</p> 

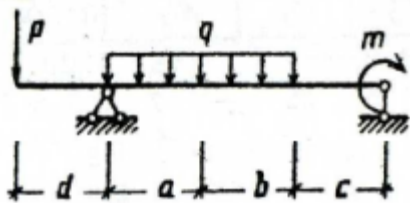
Найти $\sigma_{\text{гл}}$, τ_{max} и их площадки.
 Нарисовать круг Мора
 $\sigma_x=40$ МПа, $\sigma_y=30$ МПа,
 $\tau_{xy}=20$ МПа.



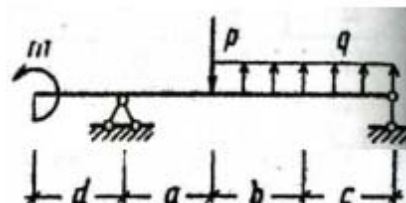
Найти $\sigma_{\text{гл}}$, τ_{max} и их площадки.
 Нарисовать круг Мора
 $\sigma_x=-40$ МПа, $\sigma_y=10$ МПа,
 $\tau_{xy}=20$ МПа.



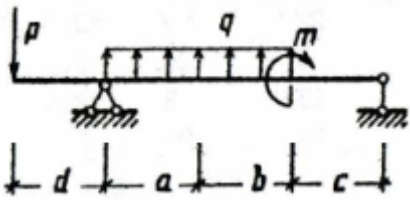
Построить эпюры Q и M,
 провести расчет на прочность
 $P = 40$ кН, $m = 20$ кН*м, $q = 20$ кН/м,
 $a = c = d = 2$ м, $b = 4$ м, $[\sigma] = 200$ МПа.



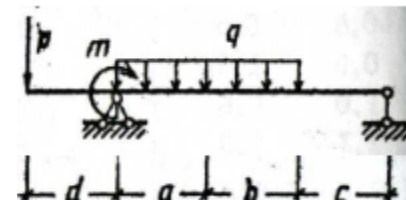
Построить эпюры Q и M,
 провести расчет на прочность
 $P = 40$ кН, $m = 20$ кН*м, $q = 20$ кН/м,
 $a = c = d = 2$ м, $b = 4$ м, $[\sigma] = 200$ МПа.



Построить эпюры Q и M,
 провести расчет на прочность
 $P = 40$ кН, $m = 20$ кН*м, $q = 20$ кН/м,
 $a = c = d = 2$ м, $b = 4$ м, $[\sigma] = 200$ МПа.



Построить эпюры Q и M,
 провести расчет на прочность
 $P = 40$ кН, $m = 20$ кН*м, $q = 20$ кН/м,
 $a = c = d = 2$ м, $b = 4$ м, $[\sigma] = 200$ МПа.



Образец экзаменационного билета



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

Кафедра
«Механика композиционных материалов и
конструкций»

Дисциплина
Сопrotивление материалов

БИЛЕТ №

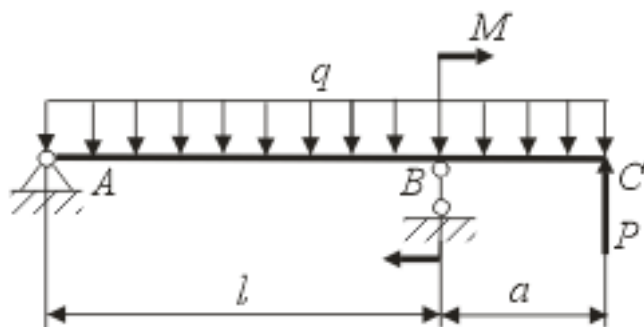
1. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов. Прочность. Жесткость. Упругость. Основные модели сопротивления материалов (модели формы, материала и типа нагружения).

2. Плоское напряженное состояние. Наибольшие касательные напряжения. Ориентация площадок, на которых действуют наибольшие касательные напряжения.

3. Практическое задание:

Определить номер стандартного двутавра из условия прочности по нормальным напряжениям.

$[\sigma]=160$ МПа, $l = 3$ м; $a = 1,5$ м; $M = 30$ кН·м; $P = 35$ кН; $q = 25$ кН/м.



Зав. кафедрой МКМК

_____ А.Н. Аношкин

« _____ » _____ 20__



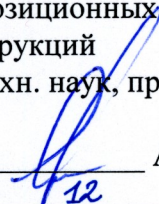
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**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
« 21 » _____ 2016 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: 3/4
- часов по рабочему учебному плану: 108/144

Виды контроля:

Экзамен: 4/5 Зачет: 4 Курсовая работа: 4/5

Пермь 2016

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
1	Аудиторная (контактная) работа	16	16
	лекции (Л)	6	6
	лабораторные работы (ЛР)	4	4
	практические занятия (ПЗ)	4	4
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	88/119	88/119
	- изучение теоретического материала	40/56	40/56
	- подготовка к практическим занятиям	30/45	30/45
	- выполнение контрольной работы (курсовой работы)	18	18
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) (экзамен/зачет)	4/9	4/9
5	Трудоемкость дисциплины		
	Всего: в академич. час.	108/144	108/144
	в зачетных единицах	3/4	3/4

* - 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 аттест.		
			всего	Л	ПЗ (С)	ЛР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	1	1,5	0,5	0,5	0,5			6/8		7,5/9,5
		2	1,5	0,5		1			6/8		7,5/9,5
	2	3	0,5		0,5				6/8		6,5/8,5
	3	4	1	0,5		0,5			6/8		7/9
		5	2,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	6/8		8,5/10,5
	Итого по модулю:			7	2,5	1,5	2,5	0,5	30/40		37/47
2	4	6	1	0,5	0,5				6/8		7/9
		7	1	0,5	0,5				6/8		7/9
		8	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6/8		8/10
	Итого по модулю:			4	1,5	1,5	0,5	0,5	18/24		22/28
3	5	9	0,5	0,5					6/9		6,5/9,5
		10	0,5	0,5					6/9		6,5/9,5
	6	11	1,5	0,5		1			7/9		8,5/10,5
		12	1	0,5	0,5				7/10		8/11
	7	13							7/8		7/8
	8	14	1,5		0,5		1	1	7/10		8,5/11,5
	Итого по модулю:			5	2	1	1	1	40/55		45/60
Промежуточная аттестация			Зачет / Экзамен						4 / 9	4 / 9	
Всего по дисциплине:			16	6	4	4	2	88/119	4 / 9	108 (144) / 3 (4)	

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.