Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 15.03.2023 13:13:53
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc5155d5c5753885fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 07 мая 2019 г. № 11

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора филиала
по учебной работе

Н. В. Пшениснов

08 июля 2019 г.

Сопротивление материалов

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация «Пассажирские вагоны»

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2019

Лист переутверждения РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»
с изменениями/дополнениями

Протокол от «16» мая 2020 г. № 9
Зав. кафедрой, канд. тех. наук., доцент _____С.М. Корсаков

Согласовано и переутверждено:
решением Ученого совета филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
Протокол от «23» июня 2020 г. № 1

Лист переутверждения РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»
с изменениями/дополнениями

Протокол от «___» _____ 2021 г. №
Зав. кафедрой, канд. тех. наук., доцент _____С.М. Корсаков

Согласовано и переутверждено:
решением Ученого совета филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
Протокол от «___» _____ 2021 г. №

Лист переутверждения РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»
с изменениями/дополнениями

Протокол от «___» _____ 2022 г. № _____
Зав. кафедрой, канд. тех. наук., доцент _____С.М. Корсаков

Согласовано и переутверждено:
решением Ученого совета филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
Протокол от «___» _____ 2022 г. № _____

Лист переутверждения РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»
с изменениями/дополнениями

Протокол от «___» _____ 2023 г. № _____
Зав. кафедрой, канд. тех. наук., доцент _____С.М. Корсаков

Согласовано и переутверждено:
решением Ученого совета филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
Протокол от «___» _____ 2023 г. № _____

Программу составил: Воронина Ю.А.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Пассажирские вагоны» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» октября 2016 г. № 1295.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «20» апреля 2019 г. № 8

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф. _____ И.В. Каспаров
подпись

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

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Сопротивление материалов» является формирование у обучающегося компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог».

Курс сопротивления материалов является основой для большинства общеинженерных и специальных дисциплин при подготовке инженера- строителя. В этом курсе изучаются все основные принципы, используемых при расчете сооружений на прочность, устойчивость и деформацию, приводится вывод всех основных формул, рассматриваются физические свойства конструкционных материалов, на основе которых выводятся предельные условия прочности и деформативности.

Задачи изучения дисциплины заключаются в том, что изучив дисциплину, студент должен:

Иметь представление о поведении различных конструкционных материалов при действии внешних нагрузок, перепадов температур во времени, о способах измерения различных параметров, определяющих напряженно - деформированное состояние конструкции, о составлении расчетных моделей и возможностях их изменений с целью получения более детальной информации, о конструкции большинства испытательных машин, о методике получения статистических данных, о свойствах материалов и назначении предельных нормативных значений.

Знать и уметь использовать способы определения усилий, напряжений и деформаций для стержней, пластин и оболочек, методы расчета статически неопределимых систем в упругой и упруго - пластической стадии работы.

Иметь опыт расчета стержней на растяжение и сжатие, поперечный изгиб и сложное сопротивление, расчета пластин на изгиб из плоскости и нагружение в своей плоскости, расчета цилиндрических оболочек.

Требования к уровню освоения дисциплины

В результате изучения курса “ Сопротивление материалов” дипломированный специалист в своей области должен:

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
ОПК-4: Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.7. Знает типовые методы анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения, умеет выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и механизмов при различных видах нагружения	**Знать:** - способы экспериментального определения максимальных напряжений; - основные формулы для определения напряжений в деталях; - основные гипотезы, лежащие в основе науки о прочности
	Уметь: - составлять математическую модель деформированных узлов подвижного состава; - оценивать прочность и жесткость деталей; - определять внутренние силовые факторы в различных механизмах
	Владеть: - методами тензометрии; - формулами определения перемещений сечений подвижного состава; - способами определения напряжений, влияющих на состояние прочности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Сопротивление материалов» относится к базовой части Блока 1. Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.19	Сопротивление материалов	ОПК-4
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.20	Теория механизмов и машин	ОПК-4
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Б1.О.14	Материаловедение и технология конструкционных материалов	ОПК-4
Б1.О.16	Теоретическая механика	ОПК-4
Последующие дисциплины		
Б1.О.24	Основы теории надежности	ОПК-4
Б1.О.12	Начертательная геометрия и компьютерная графика	ОПК-4
Б2.О.04(Пд)	Производственная практика, преддипломная	ОПК-4

	практика	
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4
ФТД.03	Динамика и прочность вагонов	ОПК-4

3.Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1.Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		2
Общая трудоемкость дисциплины: - часов - зачетных единиц	 216 6	 216 6
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	22,75	22,75
из нее аудиторные занятия, всего	22,75	22,75
в т.ч. лекции	8	8
практические занятия	4	4
лабораторные работы	8	8
КА	0,4	0,4
КЭ	2,35	2,35
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	6,65	6,65
Самостоятельная работа	186,6	186,6
в том числе на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	18	18
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	Экз	Экз
Текущий контроль (вид, количество)	РГР(1)	РГР(1)

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса

Тема 1. **Введение**

Внешние силы и их классификация: поверхностные, объемные и сосредоточенные, активные и реактивные, постоянные и временные, статические и

динамические. Основные объекты, изучаемые в курсах сопротивления материалов и теории упругости и пластичности: брус (стержень), пластина, оболочка, массивное тело. Основные свойства твердого деформируемого тела: упругость, пластичность и ползучесть. Деформации и перемещения. Деформации линейные и угловые (сдвиги).

Гипотезы (допущения) в сопротивлении материалов.

Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Напряжение полное, нормальное и касательное. Главный вектор и главный момент внутренних сил в сечении. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса. Продольные и поперечные силы, крутящий и изгибающий моменты. Их выражения через напряжения. Виды простейших деформаций бруса: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Понятие о расчетной схеме бруса. Расчеты по деформированному и недеформированному состояниям. Принцип независимости действия внешних сил.

Тема 2. **Растяжение и сжатие прямого бруса**

Центральное растяжение или сжатие. Продольные силы. Дифференциальные зависимости между продольными силами и нагрузкой. Эпюры продольных сил. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Основные допущения. Эпюра напряжений. Напряжения в сечениях, наклонных к оси бруса. Продольные и поперечные деформации бруса. Закон Гука при растяжении и сжатии. Модуль упругости E и коэффициент Пуассона γ. Удлинение (укорочение) прямого бруса постоянного и переменного сечения. Жесткость при растяжении и сжатии. Перемещения поперечных сечений бруса. Эпюры перемещений. Изменение объема при растяжении и сжатии.

Потенциальная энергия деформации при растяжении и сжатии. Полная и удельная работа, затрачиваемая на деформирование материала.

Тема 3. **Механические свойства материалов при растяжении и сжатии**

Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Диаграммы растяжения и сжатия пластических материалов (P, $\wedge\iota$ и δ, ε). Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести и предел прочности (временное сопротивление). Особенности деформирования и разрушения пластичных материалов при растяжении и сжатии. Пластические деформации. Линии скольжения. Понятие об истинной диаграмме растяжения и сжатия. Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Диаграммы растяжения и сжатия хрупких материалов и их основные механические характеристики. Особенности разрушения хрупких материалов при растяжении и сжатии. Влияние скорости нагружения, температуры и других факторов на прочностные характеристики материалов. По-

нятие о влиянии радиоактивного облучения материалов. Последствие (упругое и пластическое). Понятие о ползучести, релаксации и длительной прочности.

Строительные материалы с нелинейной зависимостью между деформациями и напряжениями. Механические свойства новых строительных материалов - пластмасс. Особенности их поведения под нагрузкой в зависимости от ряда дополнительных условий: температуры, влажности, скорости нагружения и др.

Тема 4. **Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии**

Основные понятия о прочности, надежности и долговечности конструкций. Различные взгляды на пределы нагружения. Методы расчета по допускаемым напряжениям, разрушаемым нагрузкам и предельным состояниям. Коэффициенты запасы по напряжениям и нагрузкам. Технико-экономические факторы, влияющие на значение коэффициента запаса. Основные виды задач в сопротивление материалов: проверка прочности, подбор сечения, определение допускаемой нагрузки (грузоподъемности) различными методами. Случай неравномерного распределения нормальных напряжений в местах резкого изменения поперечных сечений бруса. Концентрация напряжений и коэффициент концентрации. Влияние концентрации напряжений на прочность при статической нагрузке. Учет собственного веса при растяжении и сжатии. Понятие о брусе равного сопротивления. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии. Расчеты на нагрузку, температуру и принудительные натяги. Предельные нагрузки для статически неопределимых систем.

Тема 5. **Плоское напряженное состояние**

Понятие о плоском напряженном состоянии в точке. Общий случай плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Площадки с наибольшими касательными напряжениями. Величина наибольших касательных напряжений. Закон Гука при плоском напряженном состоянии.

Тема 6. **Сдвиг**

Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига G**.** Зависимость между G, E и μ для изотропного тела. Неизменность объема при сдвиге. Понятие о расчете на прочность заклепочных и сварных соединений.

Тема 7. **Геометрические характеристики поперечных сечений**

Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Зависимость для осевых и полярных моментов инерции. Осевые моменты инерции для прямоугольника, треугольника, круга и кольца. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение осевых и центробежных моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных профилей. Радиус инерции.

Тема 8. **Кручение**

Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Эпюры крутящих моментов. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Основные допущения. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Главные напряжения и главные площадки. Виды разрушений при кручении бруса круглого поперечного сечения из разных материалов. Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента по прочности и жесткости. Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость по мощности и частоте вращения вала. Потенциальная энергия деформации при кручении. Статически неопределимые задачи при кручении. Упругопластическое кручение бруса круглого поперечного сечения. Определение предельной несущей способности. Расчет цилиндрических пружин с малым шагом. Кручение брусьев прямоугольного сечения. Кручение стержней, сечение которых составлено из нескольких узких прямоугольников. Кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля.

Тема 9. **Изгиб**

Изгиб прямого бруса в главной плоскости. Внешние силы, вызывающие изгиб. Виды нагрузок. Опоры и опорные реакции. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса при изгибе: изгибающий момент и поперечная сила. Чистый и поперечный изгиб. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенных нагрузок. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Основные допущения. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого бруса. Жесткость при изгибе. Формула нормальных напряжений. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе брусьев сплошного сечения (формула Д.И.Журавского). Касательные напряжения при изгибе. Траектории главных напряжений. Понятие об изгибе бруса тонкостенного профиля. Центр изгиба. Потенциальная энергия. Упруго-пластический изгиб бруса. Пластический шарнир. Определение несущей способности балок. Разгрузка и остаточные напряжения и деформации. Расчет на прочность при изгибе по допускаемым напряжениям, по разрушающим нагрузкам и по предельным состояниям. Три вида задач: проверка прочности, определение размеров сечения, определе-

ние максимальной нагрузки по условию прочности. Рациональное сечение балок. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Изгиб бруса переменного сечения. Понятие о расчете составных (сварных и клепаных) балок. Изгиб балок из разнородных материалов. Понятие об изгибе балок из материалов, не следующих закону Гука.

Тема 10. **Определение перемещений при изгибе**

Дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Точное и приближенное уравнение кривизны. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения. Граничные условия. Метод начальных параметров. Определение перемещений и углов поворота в балках при помощи общей формулы Мора. Определение перемещений бруса переменного сечения.

Тема 11. **Изгиб статически неопределимых балок**

Статически неопределимые однопролетные балки и многопролетные балки. Лишние неизвестные. Степень статической неопределимости. Основная система. Уравнения перемещений для определения лишних неизвестных. Понятие об особенностях расчета неразрезных балок. Определение несущей способности статически неопределимых балок.

Тема 12. **Сложное сопротивление**

Общий случай действия внешних сил на брус. Внутренние силовые факторы и их эпюры в плоских и пространственных ломаных брусьев. Характерные случаи сложного сопротивления прямого бруса: косой изгиб, внецентренное действие продольной силы, изгиб и кручение. Нормальные напряжения при косом изгибе. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Наибольшие напряжения. Подбор сечений при косом изгибе. Определение прогибов. Нормальные напряжения при внецентренном действии продольной силы. Эпюры нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Ядро сечения. Учет продольной силы в пластическом шарнире. Определение предельной несущей способности при внецентренном действии продольной силы. Понятие о предварительном напряжении балок. Одночленная формула нормальных напряжений в сечении через ядровые моменты при действии продольной силы в главной плоскости. Напряжения в поперечном сечении при изгибе и кручении бруса с круглым поперечным сечением. Главные напряжения. Расчетные напряжения по некоторым гипотезам прочности и пластичности. Изгиб и кручение бруса с прямоугольным поперечным сечением. Учет продольной силы.

Тема 13. **Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)**

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки. Устойчивость сжатых стержней в упругой стадии. Формула Эй-

лера для стержня с шарнирными опорами по концам (основной случай). Учет других видов закрепления. Понятие о гибкости и приведенной длине стержня. Формула Эйлера, записываемая через приведенную длину стержня. Предел применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях за пределом пропорциональности материала. Формула критической силы Энгесера - Ясинского. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня. Практический метод расчета сжатых стержней на продольный изгиб. Таблицы коэффициентов продольного изгиба μ. Понятие о расчете составных стержней.

Тема 14. **Расчеты при некоторых динамических нагрузках**

Понятие о динамической нагрузке и динамическом коэффициенте. Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Даламбера. Удар об упругую систему с одной степенью свободы. Расчет по балансу энергии. Продольный и поперечный удары по брусу. Приближенный учет массы бруса при ударе. Внезапное приложение нагрузки.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		лекции	практические занятия	лабораторные работы	
Тема 1. Введение	6,6	1			5,6
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого бруса	11			1	10
Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	16			1	15
Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	28	1	1	1	25
Тема 5. Плоское напряженное состояние	16				16
Тема 6. Сдвиг	6				6
Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений	16	1			15
Тема 8. Кручение	7			1	6
Тема 9. Изгиб	24	1	1	2	20

Тема 10. Определение перемещений при изгибе	9				9
Тема 11. Изгиб статически неопределимых балок	22	1	1		20
Тема 12. Сложное сопротивление	25	1		1	23
Тема 13. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	8	1		1	6
Тема 14. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	12	1	1		10
КА	0,4				
КЭ	2,35				
Контроль	6,65				
ИТОГО	216	8	4	8	186,6

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии с помощью программы POLUS	1
2. Изгиб с помощью программы POLUS	1
3. Изгиб статически неопределимых балок с помощью программы POLUS	1
4. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	1
всего	4

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторной работы	Количество часов
1. Растяжение и сжатие прямого бруса с помощью программы Coloombus	1
2. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии с помощью программы Coloombus	1
3. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии с помощью программы Coloombus	1

4. Кручение с помощью программы Coloombus	1
5. Изгиб с помощью программы Coloombus	2
6. Сложное сопротивление с помощью программы Coloombus	1
7. Устойчивость с помощью программы Coloombus	1
всего	8

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

4.6. Тематика контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

4.7. Тематика расчетно-графической работы

1. Растяжение и сжатие прямого бруса
2. Геометрические характеристики поперечных сечений
3. Изгиб: подбор сечения и вычисление перемещений
4. Расчет внецентренно сжатого стержня
5. Расчет сжатого стержня на устойчивость
6. Расчет балки на вынужденные колебания

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
Тема 1. Введение	5,6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого бруса	10	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	15	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	25	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 5. Плоское напряженное состояние	16	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 6. Сдвиг	6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений	15	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 8. Кручение	6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 9. Изгиб	20	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 10. Определение перемещений при изгибе	9	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 11. Изгиб статически неопределимых балок	20	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 12. Сложное сопротивление	23	Выполнение расчетно-

		графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 13. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	6	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 14. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	10	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Итого	186,6	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Расчетно-графическая работа	1
Промежуточный контроль	
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Степин П.А.	Сопротивление материалов: учебник	СПб.: Лань.- 2014.- 320 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3179	Электронный ресурс
Л1.2	П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В. А. Шерстнев ; под редакцией Б. Е. Мельникова.	Сопротивление материалов : учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 556 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/116013	Электронный ресурс

Л1.3	Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев	Сопротивление материалов : учебник	Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131018	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Лукьянов А.М., Лукьянов М.А.	Сопротивление материалов: учеб. пособие.	М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 598 с. Режим доступа: http://umczdt.ru/books/48/18762/	Электронный ресурс
Л2.2	Кривошапко С. Н.	Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — https://urait.ru/book/sopротivlenie-materialov-449918	Электронный ресурс
Л2.3	Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И. ; Под ред. Минина Л.С.	Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 324 с. — https://urait.ru/book/sopротivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-1-454162	Электронный ресурс
Л2.4	Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И. ; Под ред. Минина Л.С.	Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 299 с. — https://urait.ru/book/sopротivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-2-454244	Электронный ресурс

8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1.Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине «Сопротивление материалов» проводятся в виде лекций, лабораторных и практических занятий.

1. Лекционный материал рекомендуется конспектировать. У студента должна быть тетрадь и письменные принадлежности для ведения конспекта.

2. Практические занятия проводятся в виде решения задач по пройденным темам как вручную, так и с помощью компьютерных программ.

При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

3. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе в виде экспериментов с образцами с помощью соответствующей программы. Бланки для заполнения полученных экспериментально значений выдаются преподавателем.

В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить одну расчетно-графическую работу. Прежде чем выполнять задания расчетно-графической работы, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению РГР. Выполнение и защита работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время выполнения расчетно-графической работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя**.**

При подготовке к экзамену нужно изучить рекомендованную литературу, лекционный материал.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- для проведения практических занятий используется программа POLUS, имеющаяся в свободном доступе в интернете.
- для проведения лабораторных работ применяется лицензионная программа COLUMBUS, установленная на 20 компьютерах одного их компьютерных классов.
- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru

11. Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Аудитория для проведения занятий лекционного типа - аудитория № 401 соответствует требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной доски, а также требованиям пожарной безопасности. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Оборудование: столы ученические - 32 шт., стулья ученические –65 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: переносной экран, переносной проектор, ноутбук.

Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Лаборатория Компьютерный класс № 3 (аудитория № 412).

Специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические –31 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения: компьютеры – 17 шт., видеопанель – 1шт.

Программное обеспечение POLUS (свободно распространяемое ПО); программный комплекс «Виртуальные лабораторные работы по сопротивлению материалов «COLUMBUS» (лицензионный договор №125 от 3.08.2017)

Приложение к рабочей программе

ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ОПК-4: Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

Индикатор ОПК-4.7. Знает типовые методы анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения, умеет выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и механизмов при различных видах нагружения

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 2. Формирование умений	лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение расчетно-графической работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита расчетно-графической работы, экзамен	ОПК-4 (ОПК-4.7)

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

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.7)	-посещение лекционных занятий, лабораторных и практических работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной и практической работе	-наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; -активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-4 (ОПК-4.7)	-выполнение лабораторных и практических работ	-успешное самостоятельное выполнение практических и лабораторных работ	отчет по лабораторной работе и по практической работе
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-4 (ОПК-4.7)	-наличие правильно выполненной расчетно-графической работы	- расчетно-графическая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	расчетно-графическая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.7)	- успешная защита расчетно-графической работы; -экзамен	- ответы на все вопросы по расчетно-графической работе; - ответы на вопросы экзамена	устный ответ

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.7)	**Знать:** - способы определения напряжений; - основные формулы для определения напряжений; - основные формулировки гипотезы прочности **Уметь:** - использовать математическую модель деформированных узлов подвижного состава; - оценивать прочность деталей; - определять внутренние усилия **Владеть:** - методами тензометрии; - основными формулами определения перемещений; - способом определения напряжений	**Знать:** - способы экспериментального определения напряжений; - основные формулы для определения напряжений; - основные гипотезы, лежащие в основе науки о прочности **Уметь:** - составлять математическую модель деформированных узлов подвижного состава; - оценивать прочность и жесткость деталей; - определять внутренние силовые факторы **Владеть:** - методами тензометрии; - формулами определения перемещений; - основными способами определения напряжений, влияющих на состояние прочности	**Знать:** - способы экспериментального определения максимальных напряжений; - формулы для определения напряжений в деталях; - гипотезы, лежащие в основе науки о прочности **Уметь:** - составлять математическую модель деформированных узлов подвижного состава; - оценивать прочность и жесткость деталей; - определять внутренние силовые факторы в различных механизмах **Владеть:** - методами тензометрии; - формулами определения перемещений сечений подвижного состава; - способами определения напряжений, влияющих на состояние прочности

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания

оценка **«отлично»**	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Задачу решил правильно.
оценка **«хорошо»**	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижения компетенции сформированы на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. Задачу решил.
оценка **«удовлетворительно»**	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется от-

	вечать на дополнительные вопросы. Задачу решил на 50%.
оценка **«неудовлетворительно»**	Индикаторы достижения компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового. Даны ответы на все теоретические вопросы. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения
Незачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют, имеются ошибки в теоретических вопросах.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.7)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- устный ответ
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- лабораторная работа, практическая работа (методические рекомендации для проведения лабораторных работ и практических занятий)

	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- расчетно-графическая работа: перечень тем и заданий по вариантам (методические рекомендации по СРС)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к экзамену (приложение 1)

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Расчетно-графическая работа

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Сопротивление материалов» составлена в соответствии с программой курса и включает в себя следующие задания.

Расчетно-графическая работа

Задача 1. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ ПРЯМОГО БРУСА

Для заданного стержня, состоящего из двух участков, имеющих различные поперечные сечения, требуется:

- из условия прочности определить размеры поперечного сечения,
- вычислить перемещение сечений в характерных точках.

Задача 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ

Для заданного составного сечения требуется:

- изобразить сечение с указанием масштаба,
- показать положение главных центральных осей инерции,
- вычислить значения главных радиусов инерции.

Задача 3. ИЗГИБ: ПОДБОР СЕЧЕНИЯ И ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Для заданной стальной жестко защемленной балки с указанным поперечным сечением требуется:

- подобрать размеры поперечного сечение из условий прочности,
- построить эпюры внутренних усилий Q и $M_и$,
- вычислить прогиб и угол поворота сечения в характерных точках,
- изобразить упругую линию балки, руководствуясь эпюрой $M_и$ и вычисленными значениями перемещений.

Задача 4. РАСЧЕТ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО СТЕРЖНЯ

Для заданного чугунного стержня с указанным поперечным сечением требуется построить эпюру распределения нормальных напряжений по сечению и выполнить проверку прочности стержня.

Задача 5. РАСЧЕТ СЖАТОГО СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Для заданной стойки с указанным поперечным сечением требуется:

- определить такое значение длины стойки L_0, при которой гибкость равнялась бы предельному значению $\lambda_{пред}$,
- вычислить величины критических сил при трех значениях длин: $L_1 = 1,2 \cdot L_0$, $L_2 = 0,8 \cdot L_0$ и $L_3 = 0,3 \cdot L_0$,
- определить значение допускаемой сжимающей силы при длине L_1 и коэффициент запаса устойчивости при действии этой силы.

Задача 6. РАСЧЕТ БАЛКИ НА ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Для заданной системы стальных балок с установленным электромотором и указанным поперечным сечением требуется:

- выполнить расчет на собственные и вынужденные колебания,
- проверить прочность балок,
- определить диапазон изменения значения N, при котором динамический расчет производиться не должен.

Практические занятия

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины):

Лабораторная работа

Лабораторные работы — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов сопромата и исследуемых явлений.

Приложение 1

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Сопротивление материалов»

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Задачи науки о сопротивлении материалов, последовательность решения их применительно к тому или иному реальному объекту (привести пример).
2. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечном сечении бруса. Определение их величины.
3. Понятие “напряжение”. Определение напряжений, их виды.
4. Закон Гука. Физический смысл модуля Е.
5. Классификация конструктивных элементов.
6. Нагрузки и их классификация.
7. Понятие напряжений. Полное, нормальное и касательные напряжения.
8. Геометрические характеристики плоских сечений.
9. Главные центральные моменты инерции сечения. Определение положения главных осей инерции сечения.
10. Особенности расчет вала прямоугольного профиля.
11. Прямой поперечный изгиб. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
12. Аналитический метод определения перемещений при изгибе.
13. Изгиб. Методы вычисления перемещений.
14. Изгиб. Метод начальных параметров.
15. Определение перемещений Методом Мора.
16. Основные понятия при определении перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
17. Чистый изгиб. Вывод формулы для определения нормальных напряжений при изгибе.
18. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор сечения. Определение допускаемых нагрузок.
19. Правило Верещагина. Универсальные формулы сопряжения эпюр.
20. Сложное сопротивление. Классификация в зависимости от вида возникающих внутренних усилий.
21. Критическая сила, способ закрепления стержня и его влияние на величину критической силы.
22. Расчет стержня на устойчивость по Эйлеру.
23. Цель расчета сжатого стержня на устойчивость. Дать понятие устойчивости.

24. Формула Ясинского. Применение зависимости Ясинского?
25. Расчет на устойчивость. Основные этапы расчета.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Диаграмма растяжения. Указать характерные зоны на диаграмме.
2. Растяжение – сжатие. Вычисление внутренних усилий и напряжений.
3. Растяжение – сжатие. Вычисление перемещений.
4. Чистый сдвиг. Вычисление главных напряжений.
5. Кручение. Вычисление внутренних усилий и напряжений.
6. Кручение. Вычисление угла закручивания вала круглого (кольцевого) сечения.
7. Расчет вала на прочность. Сходство и различие расчетных формул для валов круглого и прямоугольного сечения.
8. Относительный угол закручивания. Его вычисление.
9. Изгиб. Вычисление нормальных напряжений.
10. Изгиб. Вычисление внутренних усилий.
11. Расчет на прочность балки по нормальным напряжениям, формулирование условия прочности.
12. Определение опасного сечения при изгибе с растяжением, условие прочности.
13. Способы определения прогибов в балках.
14. Определение прогиба и угла поворота сечения при помощи интеграла Мора.
15. Правило знаков для внутренних силовых факторов в кривом стержне. Особенности построения эпюр внутренних силовых факторов.
16. Косой изгиб. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
17. Косой изгиб. Вычисление перемещений.
18. Кручение с плоским изгибом. Вычисление напряжений.
19. Кручение с косым изгибом. Вычисление напряжений.
20. Кручение с косым изгибом. Расчет вала круглого сечения.
21. Кручение с косым изгибом. Вычисление диаметра вала по различным теориям прочности.
22. Внецентренное растяжение-сжатие. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
23. Внецентренное растяжение-сжатие. Построение ядра сечения.
24. Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии.
25. Расчет пространственного бруса.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Расчетная схема сооружения.
2. Понятие деформаций: абсолютная и относительная деформация.
3. Коэффициент Пуассона.
4. Понятие абсолютного и относительного удлинения при растяжении (сжатии). Как определить их опытным путем?
5. Линейная и угловая деформации.

6. Растяжение – сжатие. Три типа решаемых задач.
7. Разрушение медного и чугунного образца при сжатии. Их прочностные характеристики.
8. Испытания деревянного образца на сжатие. Характер разрушения. Прочностные характеристики.
9. Сдвиг. Три типа решаемых задач.
10. Изменение характеристик при параллельном переносе осей координат.
11. Изменение характеристик при повороте осей координат.
12. Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.
13. Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на жесткость.
14. Испытание материала на кручение. Диаграмма кручения.
15. Изгиб. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.
16. Расчет на прочность балки по касательным напряжениям, условие прочности.
17. Сходство и различие расчетов на выносливость при симметричном и несимметричном циклах.
18. Исследование стали и чугуна на растяжение-сжатие.
19. Исследование стали на срез (смятие).
20. Исследование на кручение.
21. Исследование балки на плоский изгиб.
22. Исследование балки на косой изгиб.
23. Исследование кривого бруса на внецентренное растяжение.
24. -Критические напряжения.
25. Влияние высоты падения груза на прочность балки.
26. Расчеты деталей на выносливость. Сущность таких расчетов.
27. Продольно-поперечный изгиб. Сложность расчета на продольно-поперечный изгиб.
28. Ударная нагрузка. Предпосылки, которые используются в расчетах на удар.
29. Коэффициент динамичности нагрузки. Условие прочности при динамических нагрузках.
30. Усталость, выносливость. Особенности усталостного разрушения.