

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «25» мая 2018 г. № 414-1

## Б1.Б.1.28 Сопротивление материалов

### рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализации – № 2 Вагоны

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 6  
Часов по учебному плану – 216

Формы промежуточной аттестации на курсах:  
экзамен 3

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
– лекции	12	12
– практические	8	8
– лабораторные	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>172</b>	<b>172</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

ИРКУТСК

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	умение анализировать вид напряжённо-деформированного состояния деталей машин и элементов конструкций подвижного состава;
2	умение рассчитывать на прочность, жёсткость и устойчивость;
3	умение экспериментально подтверждать изученные теоретические положения; экспериментально проверять формулы, расчеты; ознакомиться с методикой проведения экспериментов, исследований
4	делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков; а также приобрести навыки обращаться с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами при проведении опытов;
5	овладеть техникой эксперимента, умением решать практические задачи путем постановки опыта
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	уметь определять напряжения при простых деформациях и сложном сопротивлении; подбирать размеры поперечных сечений; рассчитывать прямые стержни на устойчивость; строить эпюры внутренних сил;
2	определять деформации методами начальных параметров, Максвелла – Мора и графо-аналитическим способом (Мюллера-Бреслау)
3	определять степень статической неопределимости системы и владеть методами решения статически неопределимых систем
4	уметь рассчитывать детали машин на усталость

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Изучение дисциплины «Сопротивление материалов» основывается на знаниях обучающихся, полученных при изучении дисциплин: Б1.Б.1.10 «Математика»;
2	Б1.Б.1.12 «Теоретическая механика»
<b>2.2 Дисциплины, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.Б.1.29 «Детали машин и основы конструирования»;
2	Б1.Б.1.ДС.03 «Конструирование и расчёт вагонов»

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>Код компетенции:</b> ОПК-7: способностью применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Задачи курса «Сопротивление материалов». Метод сечений. Механические характеристики конструкционных материалов. Метод расчёта по допускаемым напряжениям. Понятие о коэффициентах запаса на прочность. Метод расчёта на жёсткость. Особенности расчёта при динамических нагрузках.
Уметь	Определять внутренние силы. Рассчитывать напряжения при растяжении (сжатии), изгибе, кручении и сдвиге и сложном сопротивлении. Подбирать размеры поперечных сечений. Рассчитывать на жёсткость и устойчивость. Определять положение главных осей инерции сечений и значения главных осевых моментов инерции.
Владеть	Методом определения внутренних сил и определять вид напряжённого состояния. Методами расчёта по допускаемым напряжениям и на жёсткость. Применять теории прочности при расчёте при плоском и объёмном напряжённых состояниях.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Метод сечений. Виды напряжённого состояния. Условия прочности и жёсткости. Критерии прочности. Методы расчёта при динамических нагрузках (ударных, при колебаниях).
Уметь	Рассчитать на прочность и жёсткость элементы конструкций при простых деформациях и сложном сопротивлении.
Владеть	Методикой расчёта на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений. Методикой расчёта конструкций и деталей машин при циклически

	изменяющихся напряжениях
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Теории прочности и сферы их применения. Методы расчёта на прочность.
Уметь	Расчислять на прочность, жёсткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках
Владеть	Анализом напряжённого состояния реальной конструкции, обоснованием расчётной схемы. Методикой определения коэффициентов концентрации напряжений. Делать выводы и обобщения, методикой самостоятельного проведения исследования, различными приемами измерений и оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков; а также навыками обращаться с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами при проведении опытов.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Объекты расчёта. Метод сечений. Построение эпюр внутренних сил.
2	Расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Механические характеристики материалов. Условия прочности, допускаемые напряжения, коэффициенты запаса.
3	Методику расчёта при динамических нагрузках
4	Классические теории прочности
<b>Уметь</b>	
1	Определять экспериментально механические характеристики. Обосновать выбор теории прочности для расчёта на прочность. Обосновать величины запасов на прочность и жёсткость.
2	Выбрать расчётную схему, материал и допускаемые напряжения на прочность.
3	Планировать и проводить эксперименты в соответствии с поставленной задачей. Делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков; а также обращаться с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами при проведении опытов.
<b>Владеть</b>	
1	Методикой расчёта на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений. Методикой расчёта конструкций и деталей машин при циклически изменяющихся напряжениях
2	Анализом напряжённого состояния реальной конструкции, обоснованием расчётной схемы. Выбором теории прочности при расчёте на прочность. Методикой определения концентраторов напряжений и определения коэффициентов концентрации. Методикой расчёта на усталость

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	<b>Раздел 1.</b> Объекты расчёта и классификация внешних сил. Объекты расчёта. Закон Гука. Механические характеристики материалов.	<b>3</b>			
1.1	Расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Классификация внешних сил. Объекты расчёта. Расчётная схема. Типы нагрузок. Деформации и напряжения при растяжении и сжатии при упругих деформациях. Закон Гука. Определение внутренних сил Метод сечений. /лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
1.2	Экспериментальное изучение растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Диаграмма растяжения. Механические характеристики материалов. Запас прочности. Допускаемые напряжения на растяжение и сжатие. Расчёт на сдвиг и кручение /Ср/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
1.3	Влияние температуры на механические	3	20	ОПК-7	Л1.1; Л1.2;

	характеристики материалов. Истинная диаграмма напряжений. Условие прочности при осевом растяжении – сжатии. Напряжения в наклонных сечениях. Закон парности касательных напряжений. Потенциальная энергия деформации. Хрупкость и твердость. Диаграмма сжатия пластичных и хрупких материалов /Ср/				Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 2.</b> Геометрические характеристики плоских сечений. Теория напряжённого состояния.	3			
2.1	Геометрические характеристики плоских сечений. Пример расчёта /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
2.2	Осевые моменты сопротивления, полярный момент сопротивления, радиусы инерции плоских сечений. состояния. Обобщённый закон Гука. Определение положения главных площадок и главных напряжений аналитически. Потенциальная энергия деформации при объёмном напряжённом состоянии /Ср/	3	20	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 3.</b> Сдвиг и кручение.				
3.1	Расчёты на сдвиг (заклёпочные соединения, сварные швы) Расчёт вала на кручение /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
3.2	Построение эпюр крутящих моментов. Кручение. Расчёт полых валов на прочность и жёсткость. /Ср/	3	10	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 4.</b> Плоский изгиб. Центр изгиба				
4.1	Плоский изгиб: Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при изгибе. Проверка правильности построения эпюр. Расчёт на прочность по нормальным и касательным напряжениям. /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
4.2	Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчёт на прочность /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
4.3	Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивность распределённой нагрузки при изгибе. Контроль правильности построения эпюр. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Д.И. Журавского. Полная проверка на прочность при изгибе. /Ср/	3	20		Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 5.</b> Изгиб. Определение деформаций при изгибе.	3			
5.1	Изгиб. Потенциальная энергия при поперечном изгибе. Определение деформаций при изгибе. Метод интегрирования дифференциального уравнения упругой линии балки. Метод уравнивания постоянных интегрирования. Метод начальных параметров. Теории прочности Стержни равного сопротивления изгибу. Распределение касательных напряжений при изгибе	3	58	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1

	стержня открытого профиля. Центр изгиба. Теорема взаимности работ. Метод сил. /Ср/				
	<b>Раздел 6. Сложное сопротивление</b>	3		ОПК-7	
6.1	Сложное сопротивление. Внецентренное растяжение (сжатие): вычисление напряжений, условия прочности. Построение ядра сечения Совместное действие изгиба и кручения/Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
6.2	Косой изгиб. /Ср/	3	6	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
6.3	Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгиб /Лаб/	3	2	ОПК-7	Л3.1; Л3.2
6.4	Изучение характера распределения напряжений в зоне расположения концентратора напряжений и определение теоретического коэффициента концент-рации напряжений /Лаб/	3	2	ОПК-7	Л3.1; Л3.2
6.5	Изгиб с кручением /Пр/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
6.6	Опытная проверка теории напряженного состояния при плоском чистом изгибе /Лаб/	3	2	ОПК-7	Л3.1; Л3.2
	<b>Раздел 7. Устойчивость сжатых стержней.</b>	3			
7.1	Расчёт на устойчивость. Формула Эйлера для критической силы. Влияние способа закрепления концов стержня. Полный график критических напряжений. Расчёт на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений. Выбор типа сечения и материала /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 8. Расчёт на прочность при динамических нагрузках.</b>	3		ОПК-7	
8.1	Расчёт на прочность при динамических нагрузках. Удар. Колебания упругих систем. /Лек/	3	14	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	<b>Раздел 9. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях</b>	3			
9.1	Проверка прочности материала при переменных напряжениях: характеристики цикла нагружения, диаграмма Вёлера; предел усталости при симметричном цикле нагружения; предел выносливости при несимметричном цикле нагружения Влияние размеров детали, концентрации напряжений и качества обработки поверхности детали на предел усталости /Лек/	3	2	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
9.2	Влияние размеров детали, концентрации напряжений и качества обработки поверхности детали на предел усталости Способы уменьшения концентрации напряжений. /Ср/	3	24	ОПК-7	Л1.1; Л1.2; Л1.3; Л2.1
	Подготовка к промежуточной аттестации /Экзамен/	3	18		

## 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ

## ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

#### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	П.А. Стёпин	Сопrotивление материалов. <a href="http://e.lanbook.com/book/3179">http://e.lanbook.com/book/3179</a>	СПб. ; М. ; : Лань, 2014	100% онлайн
Л1.2	А.М. Лукьянов	Сопrotивление материалов. учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта	М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2008	1157
Л1.3	Молотников В.Я.	Курс сопроtивления материалов, учебник, <a href="http://e.lanbook.com/book/71756">http://e.lanbook.com/book/71756</a>	СПб. ; М. Изд. «Лань», 2016	100% онлайн

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Л.Ю.Кузьмин, В.Н. Сергиенко, В.К. Ломунов	Сопrotивление материалов <a href="http://e.lanbook.com/book/90004">http://e.lanbook.com/book/90004</a>	Издательство «Лань», 2016	100% онлайн

##### 6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Б.В. Коротаев	Сопrotивление материалов. Учеб.- метод. пособие по выполнению лабораторных работ на универсальном учебном комплексе СМ-1	Иркутск : ИрГУПС, 2011.	79
Л3.2	С.С. Полищук , С.Л. Алесковский	Сопrotивление материалов. Практикум для самостоятельной работы студентов. Часть 1.	ИрГУПС, 2012	289

##### 6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Сопrotивление материалов»

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
--	------------------------	----------	--	---

Л4.1	Б.В. Коротаев	Сопrotивление материалов. Учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ на универсальном учебном комплексе СМ-1	Иркутск : ИрГУПС, 2011	79
Л4.2	С.С. Полищук, С.Л. Алесковский	Сопrotивление материалов. Практикум для самостоятельной работы студентов. Часть 1.	ИрГУПС, 2012	289
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	Электронно-библиотечная система «Универсальная библиотека онлайн»		<a href="http://biblioclub.">http://biblioclub.</a>	
Э.2	Электронно-библиотечная система «Издательство «ЛАНЬ»		<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Сопrotивление материалов», включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения:</b>				
6.3.1.1	СО Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	Использование специализированного программного обеспечения не предусмотрено			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Консультант + / РИЦ № 166/ язык – русский / количество – 50 станций одновременно		РИЦ № 166 Регистрационный номер: 157983, 62850 Действует с 01.01.2016	

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Сопrotивление материалов». (Ауд В-220) Оснащение лаборатории: 1. Универсальный стенд для проведения лабораторных занятий СМ-1. 2. Разрывная машина КУ-40. 3. Установка СМ-21. Пространственный брус. 4. Интерактивная доска 5. Универсальный стенд СМУ по сопротивлению материалов 6. Установка СМ-22. Испытание на ударную нагрузку. 7. Установка СМ-18. Консольная балка на изгиб
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
Лабораторная работа	<p>При подготовке к лабораторной работе изучить цель работы, устройство лабораторной установки, теоретический материал, порядок выполнения лабораторной работы, подготовить таблицы для занесения результатов выполнения лабораторной работы.</p> <p>После проведения лабораторной работы необходимо обработать экспериментальные данные: сделать вычисления, построить (если необходимо), графики и подготовиться к защите лабораторной работы – ответить на поставленные вопросы</p>
Практическое занятие	<p>При подготовке к практическому занятию изучить теоретический материал по теме занятия; выполнить задание (решение задач) на тему предыдущего занятия</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	



**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.Б.1.28 «Сопротивление материалов»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.Б.1.28 «Сопротивление материалов»**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине **Б1.Б.1.28 «Сопротивление материалов»** разработан в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 N 1295 и на основании учебного плана по направлению подготовки «Подвижной состав железных дорог» 23.05.03, специализация № 2 «Вагоны»), утвержденного Учёным советом ИрГУПС от \_\_\_\_\_ 2017 г. протокол №

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине **Б1.Б.1.28 «Сопротивление материалов»** прошел экспертизу на соответствие требованиям ФГОС по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (уровень специалитета), рассмотрен и рекомендован к внедрению на заседании СОП по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-7, , при освоении образовательной программы
2. Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-7 планируемым результатам обучения.
3. Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины.
4. Вопросы для подготовки к зачёту по курсу «Сопротивление материалов».
5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания Знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

## 1. Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-7 при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	ОПК 7 способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность	Б1.В.ДВ.04.02 Основы механики деформирования вагонов	5	5
		Б1.Б.1.29 Детали машин и основы конструирования	5	5
		Б1.Б.1.41 Трение и изнашивание узлов подвижного состава	7	7

## 2. Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-7 планируемым результатам обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-7	Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность	<p style="text-align: center;"><b>Раздел 1. Объекты расчёта и классификация внешних сил. Закон Гука. Механические характеристики материалов.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 2. Геометрические характеристики плоских сечений. Теория напряжённого состояния.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 3. Сдвиг и кручение.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 4. Плоский изгиб. Центр изгиба</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 5. Определение деформаций при изгибе. Теория прочности</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 6. Сложное сопротивление..</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Раздел 7. Устойчивость сжатых стержней.</b></p>	Минимальный	<b>Знать</b> основные гипотезы в курсе «Сопротивление материалов», ГОСТ на испытание на растяжение – сжатие, условия прочности, моменты инерции для прямоугольника, треугольника, круга; закона Гука; определение допускаемых напряжений и коэффициентов запаса на прочность; методику расчёта на прочность при линейном напряжённом состоянии; метод сечений; закон Гука при сдвиге; формулы определения напряжений при кручении, сдвиге, изгибе; дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью распре-

		<p><b>Раздел 8.</b> Расчёт на прочность при динамических нагрузках.</p> <p><b>Раздел 9.</b> Прочность при циклически изменяющихся напряжениях</p>	<p>делённой нагрузки; дифференциальное уравнение упругой линии балки; методы определения деформаций при изгибе (интегрирование приближённого дифференциального уравнения изогнутой оси балки, метод уравнивания постоянных интегрирования (условия Клебша), метод начальных параметров, метод Максвелла – Мора, графо-аналитический способ (Мюллера-Бреслау); понятие о сложном сопротивлении; формулы вычисления напряжений при косом изгибе, внецентренном растяжении – сжатии, изгибе с кручением; понятие о потере устойчивости, формулы Эйлера определения критической силы и критических напряжений; методику расчёта на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений; методику определения сил и напряжений при ударной нагрузке, колебаниях; диаграмму усталостной прочности, понятие о пределе усталости.</p> <p><b>Уметь</b> определять напряжения при простых деформациях (растяжение – сжатие, сдвиг, кручение, изгиб) и сложном сопротивлении (косом изгибе, внецентренном сжатии и изгибе с кручением; определять положение центра тяжести сложных сечений и значения главных центральных моментов инерции; проверять на прочность при сложном напряжённом состоянии; рассчитать на устойчивость сжатые элементы конструкций по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений; рассчитать балку (стержень) на ударную нагрузку; рассчитать на усталость.</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчёта на прочность, жёсткость, устойчивость балок, сжатых стержней.</p>
--	--	---	---

			<p><b>Базовый</b></p> <p><b>Знать:</b> условия прочности на растяжение – сжатие, при косом изгибе, внецентренном сжатии, изгибе с кручением; влияние собственного веса на напряжения при растяжении – сжатии, ударной нагрузке; колебаниях и при расчёте на усталость; принципиальные отличия статически неопределимых систем от статически определимых и методы раскрытия статической неопределимости; влияние температуры на механические характеристики материалов; метод сил раскрытия статической неопределимости.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать рациональные формы поперечных сечений при изгибе и кручении; проверять на прочность при простых деформациях и сложном сопротивлении; решать статические неопределимые задачи (на растяжение – сжатии, изгиб и кручение; определять напряжения с учётом собственного веса конструкции; определять напряжения с учётом динамической нагрузки (при ударе, колебаниях).</p> <p><b>Владеть:</b> методикой решения статически неопределимых стержневых систем; методикой определения температурных и монтажных напряжений методом сил для раскрытия статической неопределимости; методом последовательных приближений при расчёте на устойчивость.</p> <p><b>Высокий</b></p> <p><b>Знать:</b> выводы формул нормальных и касательных напряжений при изгибе и кручении, внецентренном сжатии и косом изгибе, формулы Эйлера определения критической силы. Влияние температуры на ударную вязкость. Распределение касательных напряжений в балках швеллерного сечения; понятие о центре изгиба. Методы определения твёрдости (Бринелля, Виккерса, Шо-</p>
--	--	--	---

				ра). Основы тензометрического метода исследования напряжённо-деформированного состояния конструкций.
				<b>Уметь:</b> определять напряжения и деформации с учётом собственного веса; провести эксперимент на растяжение и определить механические характеристики материалов; рассчитать деформации балок равного сопротивления.
				<b>Владеть:</b> методикой расчёта на прочность при растяжении – сжатии с учётом собственного веса; методикой определения положения главных площадок и значений главных напряжений аналитически и при помощи круга Мора; методикой расчёта на усталость.

### 3. Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)		Наименование оценочного средства (форма проведения)
Третий семестр					
1	2-17	Расчётно-графическая работа	Ч. 1 Геометрические характеристики плоских сечений Ч. 2 Расчёт балок на изгиб	ОПК-7	Защита контрольной работы
2	18	Промежуточная аттестация- зачёт	Разделы. <b>Раздел 1.</b> Объекты расчёта и классификация внешних сил. Закон Гука. Механические характеристики материалов. <b>Раздел 2.</b> Геометрические характеристики плоских сечений. Теория напряжённого состояния. <b>Раздел 3.</b> Сдвиг и кручение. <b>Раздел 4.</b> Плоский изгиб: Центр изгиба	ОПК-7	Собеседование - устно
Четвёртый семестр					
1	2	Текущий контроль	Тема: Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона/Лаб/	ОПК-7	Защита лабораторной работы
2	4	Текущий контроль	Тема: Испытание стали на растяжение. Механические характеристики/Лаб/		Защита лабораторной работы
3	6	Текущий контроль	Тема: Опытная проверка теории напряженного состояния при		Защита лабораторной работы

			плоском чистом изгибе /Лаб/		
4	8	Текущий контроль	Тема: Экспериментальное определение перемещений при изгибе /Лаб/		Защита лабораторной работы
5	10	Текущий контроль	Тема: Испытание продольно сжатого стержня на устойчивость /Лаб/		Защита лабораторной работы
6	12	Текущий контроль	Тема: Исследование напряженного состояния при внецентренном растяжении прямого бруса. /Лаб/		Защита лабораторной работы
7	14	Текущий контроль	Тема: Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгиб /Лаб/		Защита лабораторной работы
8	16	Текущий контроль	Тема: Экспериментальное определение перемещений в пространственном брус/Лаб/		Защита лабораторной работы
9	19	Промежуточная аттестация – экзамен	<p><b>Разделы.</b></p> <p><b>Раздел 1.</b> Классификация внешних сил. Объекты расчёта. Закон Гука. Механические характеристики материалов.</p> <p><b>Раздел 2.</b> Геометрические характеристики плоских сечений. Теория напряжённого состояния.</p> <p><b>Раздел 3.</b> Сдвиг и кручение.</p> <p><b>Раздел 4.</b> Плоский изгиб: Центр изгиба</p> <p><b>Раздел 5.</b> Определение деформаций при изгибе. Теория прочности</p> <p><b>Раздел 6.</b> Сложное сопротивление.</p> <p><b>Раздел 7.</b> Устойчивость сжатых стержней.</p> <p><b>Раздел 8.</b> Расчёт на прочность при динамических нагрузках.</p> <p><b>Раздел 9.</b> Прочность при циклически изменяющихся напряжениях</p>	ОПК-7,	Собеседование (устно)

#### 4. Вопросы для подготовки к экзамену по курсу «Сопротивление материалов»




1. Геометрические характеристики плоских сечений: (статические моменты, определение положения центра тяжести площади; осевые и центробежные моменты инерции, полярный момент инерции, осевые моменты сопротивления, момент сопротивления при кручении; изменение осевых и центробежных моментов инерции при параллельном переносе осей и повороте осей; главные оси инерции и главные моменты инерции).
2. Понятие о прочности, жёсткости и устойчивости.
3. Метод сечений (определение внутренних силовых факторов – продольных и поперечных сил, крутящих и изгибающих моментов). Построение эпюр внутренних сил.
4. Механические характеристики материалов. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности. Пластические характеристики материалов (относительное удлинение при разрыве, относительное сужение при разрыве), условная и истинная диаграммы напряжений.

5. Деформация растяжения – сжатия. Закон Гука в абсолютных и относительных величинах. Коэффициент Пуассона. Потенциальная энергия деформации. Обобщённый закон Гука. Условие прочности при растяжении (сжатии). Подбор размеров поперечных сечений.
6. Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Вычисление нормальных и касательных напряжений. Условия прочности. Подбор поперечных сечений.
7. Определение прогибов и углов поворота методом начальных параметров. Проверка на прочность по теории наибольших касательных напряжений.
8. Кручение. Построение эпюр крутящих моментов и углов поворота. Вычисление напряжений при кручении валов круглого поперечного сечения. Условие прочности и подбор размеров поперечных сечений сплошного и полого поперечных сечений. Расчёт на жёсткость.
9. Сдвиг. Вычисление напряжения. Расчёт заклёпочных соединений, болтов, врубок и сварных швов.
10. Классические теории прочности (теория наибольших относительных деформаций, максимальных касательных напряжений и энергетическая теория) Условия прочности.
11. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера и пределы её применимости. Зависимость критической силы от способа закрепления стержней. Полный график критических напряжений. Расчёт на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений.
12. Внецентренное растяжение (**сжатие**): Вычисление напряжений. Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии. Условия прочности. Понятие о ядре сечения. Построение ядра сечения для прямоугольного и круглого сечений
13. Косой изгиб: Вывод формулы вычисления напряжений. Условия прочности. Определение перемещений при косом изгибе
14. Совместное действие изгиба и кручения. Определение изгибающих и крутящих моментов. Расчёт на прочность при совместном действии изгиба и кручения
15. Устойчивость сжатых стержней: Вывод формулы Эйлера для вычисления критической силы продольно сжатого стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Зависимость критической силы от способа закрепления стержней. Определение критических напряжений при расчёте на устойчивость. . Полный график критических напряжений. Расчёт на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений. Рациональные формы поперечных сечений при расчётах на устойчивость. Выбор типа сечения и материала при расчётах на устойчивость
16. Вычисление напряжений при ударе. Коэффициент динамичности
17. Расчёт на прочность при переменных напряжениях. Характеристики цикла нагружения. Диаграмма Вёлера. Диаграмма усталостной прочности при несимметричном цикле нагружения. Влияние концентрации напряжений на усталостную прочность. Влияние качества обработки поверхности на предел усталости. Определение коэффициента запаса на усталостную прочность. Определение коэффициента запаса на усталостную прочность при изгибе с кручением (формула Гафа и Полларда ).

## 5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения	
Защита лабораторной работы	Лабораторная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Лабораторные работы защищаются в устной форме. Обучающийся называет цель работы, метод решения задачи, метод экспериментального определения искомых величин, степень соответствия экспериментальных значений искомых величин теоретическим значениям.	
Зачёт	Проведение промежуточной аттестации в форме зачета позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля. Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок, деленную на число этих оценок. Шкала и критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля	
	Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка



	Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»			
	Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»			
<p>Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Перечень теоретических вопросов и перечень типовых практических заданий разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).</p>					
Экзамен	<p>Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый попали теоретические вопросы, контролирующие уровень сформированности всех компетенций, закрепленных за дисциплиной.</p> <p>Билет содержит два теоретических вопроса для оценивания результатов обучения в виде знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену.</p> <p>Результаты обучения в виде умений и в виде владений оценивались до экзамена:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в 4 семестре – при защите лабораторных работ.</li> </ul> <p>Билет также содержит одно практическое задание к экзамену.</p> <p style="text-align: center;">Образец экзаменационного билета</p> <table border="1" data-bbox="432 920 1489 1093"> <tr> <td data-bbox="432 920 667 1093">  </td> <td data-bbox="667 920 1230 1093" style="text-align: center;">           Экзаменационный билет № 1            по дисциплине            «Сопротивление материалов»            4 семестр         </td> <td data-bbox="1230 920 1489 1093" style="text-align: center;">           Утверждаю:            Заведующий            кафедрой «ФМиПТ»            ИрГУПС            _____ О.В. Горева         </td> </tr> </table> <p>1. Понятие о прочности, жёсткости, устойчивости</p> <p>2. Определение нормальных напряжений при изгибе. Условие прочности. Подбор размеров поперечных сечений</p> <p>2. Задача</p> <p>Перечень теоретических вопросов и практических заданий обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося). Распределение теоретических вопросов по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре – разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.</p> <p>На экзамене обучающийся вытаскивает билет случайным образом. Для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. После ответа на вопросы билета и решения практического задания, преподаватель, как правило, задает обучающемуся дополнительные вопросы.</p>			Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Сопротивление материалов» 4 семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «ФМиПТ» ИрГУПС _____ О.В. Горева
	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Сопротивление материалов» 4 семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «ФМиПТ» ИрГУПС _____ О.В. Горева			

