

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

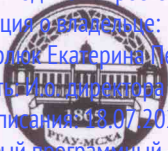
ФИО: Паркина Екатерина Петровна

Должность: И.О. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 18.07.2023 15:59:16

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра Сопротивление материалов и детали машин

УТВЕРЖДАЮ:

И.О. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина

И.Ю. Игнаткин

18 октября 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.11 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

для подготовки специалистов

ФГОС ВО

Специальность: 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства
Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, Автомобильная техника в транспортных технологиях

Курс: 2

Семестр: 3, 4

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2021

Москва 2021 г


Разработчик: Казанцев С.П., д.т.н., профессор

Серов Н.В., к.т.н., ст. преподаватель

Щукина В.Н., к.т.н., ассистент


«1» октября 2021 г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«1» октября 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексов

Программа обсуждена на заседании кафедры Сопротивления материалов и деталей машин протокол № 4 от «7» октября 2021 г.

Заведующий кафедрой Казанцев С.П., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

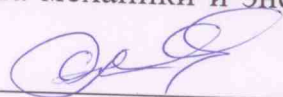
«7» октября 2021 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Чистова Я.С., к.п.н., доцент

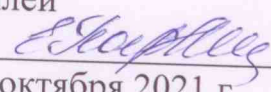
протокол №3 от «18» октября 2021 г.


(подпись)

«18» октября 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедры тракторов и автомобилей

Дидманидзе О.Н., академик РАН, д.т.н., профессор


«18» октября 2021 г.


Заведующий выпускающей кафедрой «Технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства»

Апатенко А.С., д.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«18» октября 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


Ермилова Я.В.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ...	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	20
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ..	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	26
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	27

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.11 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ» для подготовки бакалавра по специальности: 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства», по специализации технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях

Цель освоения дисциплины:

- подготовка студентов к применению естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области общетехнических инженерных расчётов;
- решать инженерные задачи с использованием основных законов механики;
- способность к осуществлению контроля и управления техническим состоянием наземных транспортно-технологических средств с учетом требований безопасности дорожного движения и экологических требований;
- способность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин;
- способность использовать информационные технологии.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в базовую часть учебного плана по специальности подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства», по специализациям «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» и «Автомобильная техника в транспортных технологиях», цикл Б1.О.11, дисциплина осваивается на 2 курсе в 3, 4 семестрах.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3, ПКос-2.3.**

Краткое содержание дисциплины:

Предлагаются методы, способы и средства, определяющие основные цели наук, связанных с машиностроительным конструированием. Рассматриваются основные методики, применяемые в инженерной практике расчёта деталей на прочность, жёсткость и устойчивость, а также рациональный выбор материалов для деталей машиностроения.

Общая трудоёмкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 216 часов (6 з.е)/ в т.ч. практическая подготовка 12 часов.

Промежуточный контроль: 3 семестр экзамен, 4 семестр зачет с оценкой.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б1.О.11 «Соппротивление материалов» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к:

- применению основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности;
- применению знаний основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин;
- осуществлению профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов;
- оценке правильности применения персоналом предприятий сервиса наземных транспортно-технологических машин эксплуатационных и конструкционных материалов в соответствии с категорией и особенностями конструкции.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Соппротивление материалов» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана.

Дисциплина «Соппротивление материалов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по специальности подготовки 23.05.01 – «**Наземные транспортно-технологические средства и комплексов**», по специализациям «**Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях**» и «**Автомобильная техника в транспортных технологиях**».

Дисциплина относится к базовой части учебного плана **Б1.О.11**, дисциплина осваивается на 2 курсе, при этом необходимы знания дисциплин «Математика» – курс 1, «Физика» – курс 1.

Дисциплина «Соппротивление материалов» является основополагающей для изучения дисциплины «Подъёмно-транспортные машины» – курс 4.

Особенностью дисциплины является применение серьёзной теоретической и практической подготовки студентов, формирование навыков вычислительной работы, с использованием математических моделей проектируемых устройств.

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» студенты закрепляют и расширяют знания, полученные при изучении базовых дисциплин, приобретают новые знания и навыки, необходимые для изучения специальных инженерных дисциплин.

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» большое внимание уделяется:

- теории, расчёту и конструированию механизмов общемашиностроительного применения;
- критериям работоспособности механических устройств;

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ПКос-2.3, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	уметь	владеть
1.	ОП К-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	основные законы математических и естественных наук	продемонстрировать полученные знания решения типовых задач профессиональной деятельности	инструментарием для решения типовых задач профессиональной деятельности
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин	основные законы математических и естественных наук	применять, полученные знания для решения стандартных инженерных задач	инструментарием для решения практических инженерных задач
			ОПК-1.3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов;	особенности профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов	учитывать экономические, экологические и социальные ограничения на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов	навыками учета экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов
2.	ПКос-2	Способен осуществлять контроль и управление техническим состоянием наземных транспортно-технологических средств с учетом требований безопасности дорожного движения и экологических требований	ПКос-2.3 Способен оценивать правильность применения персоналом предприятий сервиса наземных транспортно-технологических машин эксплуатационных и конструкционных материалов в соответствии с категорией и особенностями конструкции	возможности применения наземных транспортно-технологических машин эксплуатационных и конструкционных материалов в соответствии с категорией и особенностями конструкции	применять наземные транспортно-технологические машины эксплуатационных и конструкционных материалов в соответствии с категорией и особенностями конструкции	методами применения наземных транспортно-технологических машин эксплуатационных и конструкционных материалов в соответствии с категорией и особенностями конструкции

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единицы (216 часов), в том числе практическая подготовка 4 часа, их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	в семестрах	
		№ 3	№ 4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216/12	144/8	72/4
1. Контактная работа:	100,75/12	52,4/8	48,35/4
Аудиторная работа	100,75/12	52,4/8	48,35/4
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	32	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16/2	–	16/2
<i>практические работы (ПР)</i>	50/10	34/8	16/2
<i>консультация перед экзаменом</i>	2	2	–
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,75	0,4	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	115,25	91,6	23,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	72,65	58	14,65
<i>Подготовка к зачёту</i>	9	–	9
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6	33,6	–
Вид промежуточного контроля:	Экз., ЗаО	Экзамен	Зач. с оц.

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего всего/*	Л	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
			ЛР всего/ *	ПР всего/*	ПК Р	
3 семестр						
Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел»	16/1	2	–	6/1	–	8
Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня»	16/1	2	–	6/1	–	8
Раздел 3 «Плоский изгиб»	26/2	4	–	8/2	–	16
Раздел 4 «Деформация кручения»	14/1	2	–	4/1	–	8
Раздел 5 «Ударные нагрузки»	14/1	2	–	4/1	–	8
Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе»	20/2	4	–	6/2	–	10
<i>Консультация перед экзаменом</i>	2	–	–	–	2	–

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего всего/*	Аудиторная работа				Внеауди- торная работа СР
		Л	ЛР всего/ *	ПР всего/*	ПК Р	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6	–	–	–		33,6
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	–	0,4	–
Всего за 3 семестр	144/8	16	–	34/8	2,4	91,6
4 семестр						
Раздел 7 «Косой изгиб»	8	2	2	2	–	2
Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»	8	2	2	2	–	2
Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»	14	4	4	4	–	2
Раздел 10 «Теории прочности»	8	2	2	2	–	2
Раздел 11 «Статически неопределимые системы»	16,65/4	4	4/2	4/2	–	4,65
Раздел 12 «Продольный изгиб»	8	2	2	2	–	2
<i>Подготовка к зачету</i>	9	–	–	–	–	9
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	–	–	–	0,35	–
Всего за 4 семестр	72/4	16	16/2	16/2	2,4	23,65
Итого по дисциплине	216/12	32	16/2	50/10	2,65	115,25

* в том числе практическая подготовка

3 Семестр

Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел».

Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия».

Задачи предмета – расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Виды механических нагрузок. Внешние и внутренние нагрузки и их определение, правило РОЗУ. Напряжения. Деформация растяжение-сжатие. Закон Гука для стержня. Напряжения в наклонном сечении при растяжении. Продольная и поперечная деформация стержня.

Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов».

Экспериментальное определение основных статических характеристик стали: прочности и пластичности. Допускаемое напряжение.

Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие».

Решение задач на растяжение-сжатие. Условия прочности и жёсткости.

Тема 1.4 «Деформация среза».

Деформация среза и смятия. Расчёт на прочность. Прочность заклёпочных соединений.

Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня».

Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики».

Геометрические характеристики: площадь, статический момент, центр сечения, осевой момент инерции, полярный момент инерции. Теорема Гюйгенса. Вычисление геометрических характеристик прямоугольника, треугольника, круга.

Раздел 3 «Плоский изгиб».

Тема 3.1 «Механика изгиба стержня».

Внешние и внутренние нагрузки при изгибе. Напряжения при чистом изгибе. Экспериментальное определение нормальных напряжений при поперечном изгибе.

Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе».

Осевой момент сопротивления. Расчёт на прочность при плоском изгибе.

Тема 3.3 «Деформация изгиба».

Деформации при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора. Формула Верещагина. Экспериментальная проверка формулы Верещагина.

Раздел 4 «Деформация кручения».

Тема 4.1 «Механика кручения».

Внешние и внутренние нагрузки при кручении. Касательные напряжения в поперечном сечении круглого вала. Экспериментальное исследование деформации цилиндрической пружины.

Раздел 5 «Ударные нагрузки».

Тема 5.1 «Коэффициент динамичности».

Динамические нагрузки. Вывод формулы коэффициента динамичности.

Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе».

Задачи на ударные нагрузки при деформациях растяжение-сжатие и изгибе.

Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».

Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки».

Вывод формулы Журавского. Учёт касательных сил в конструкциях. Экспериментальное определение центра изгиба.

4 Семестр

Раздел 7 «Косой изгиб».

Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе».

Определение напряжений при косом изгибе. Экспериментальное исследование деформаций при косом изгибе.

Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие».

Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии».

Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии. Анализ распределения напряжений при растяжении-сжатии.

Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние».

Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние».

Закономерности плоского напряжённого состояния. Исследование напряжений при изгибе с кручением. Главные площадки и главные напряжения.

Раздел 10 «Теории прочности».

Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии».

Теории прочности. Теория Кулона, энергетическая теория, теория Мора. Применения теории прочности Кулона при изгибе с кручением.

Раздел 11 «Статически неопределимые системы».

Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых рам».

Методика решения статически неопределимых рам. Экспериментальное определение реакций в статически неопределимой балке. Расчёты на прочность статически неопределимой балки.

Раздел 12 «Продольный изгиб».

Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней».

Теория продольного изгиба. Экспериментальное определение критической силы.

**Содержание лекций/практических занятий
(3 семестр)**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол ча- сов/ из них прак- тиче- ская подго- товка
1	Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел».				8/1
	Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия»	Лекция № 1. Задачи предмета – расчёт на прочность, жёсткость и устойчивость. Виды механических нагрузок. Внешние и внутренние нагрузки и их определение, правило РОЗУ. Напряжения. Деформация растяжение-сжатие. Закон Гука для стержня. Напряжения в наклонном сечении при растяжении. Продольная и поперечная деформация стержня.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		1
	Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов»	Практическое занятие № 1. Решение задач на растяжение-сжатие. Условия прочности и жёсткости.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	3/0,5
	Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие»				
	Тема 1.4 «Деформация среза»	Лекция № 2. Деформация среза и смятия. Расчёт на прочность.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		1
		Практическое занятие № 2. Решение задач на срез и смятие.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	3/0,5
2	Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня».				8/1
	Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики».	Лекция № 3. Геометрические характеристики: площадь, статический момент, центр сечения, осевой момент инерции, полярный момент инерции. Теорема Гюйгенса.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол ча- сов/ из них практи- ческая подго- товка
		Практическое занятие № 3. Вычисление геометрических ха- рактеристик прямоугольника, треугольника, круга.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типо- вых задач	6/1
3	Раздел 3 «Плоский изгиб».				12/2
	Тема 3.1 «Ме- ханика изгиба стержня».	Лекция № 4 Внешние и внутренние нагрузки при изгибе. Напряжения при чи- стом изгибе.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		2
	Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе»	Практическое занятие № 4. Осевой момент сопротивления. Расчёт на прочность при изгибе.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типо- вых задач	4/1
	Тема 3.3 «Де- формация из- гиба».	Лекция № 5. Деформации при изгибе. Инте- грал Максвелла-Мора. Формула Верещагина.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		2
		Практическое занятие № 5. Расчёт деформаций при изгибе.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типо- вых задач	4/1
4	Раздел 4 «Деформация кручения».				6/1
	Тема 4.1 «Ме- ханика круче- ния».	Лекция № 6. Внешние и внутренние нагрузки при кручении. Касательные напряжения в поперечном сече- нии круглого вала.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		2
	Тема 4.2 «Рас- чёт на проч- ность и жёст- кость при кру- чении вала».	Практическое занятие № 6. Задачи на кручение круглых и некруглых валов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типо- вых задач	4/1
5	Раздел 5 «Ударные нагрузки».				6/1
	Тема 5.1 «Ко- эффициент ди- намичности».	Лекция № 7. Динамические нагрузки. Вывод формулы коэффициента дина- мичности.	ОПК-1,1 ОПК-1,2 ОПК-1,3		2
	Тема 5.2 «Рас- чёт на проч- ность и жёст- кость при уда- ре»	Практическое занятие № 7. Задачи на ударные нагрузки при деформациях растяжение-сжатие и изгибе.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типо- вых задач	4/1
6	Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».				10/2
	Тема 6.1 «Ка- сательные	Лекция № 8. Вывод формулы Журавского.	ОПК-1,1 ОПК-1,2		4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол часов/ из них практи- ческая подго- товка
	напряжение в сечении балки»		ОПК-1,3		
		Практическое занятие № 8. Учёт касательных сил в конструкциях.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	6/2

Таблица 46

**Содержание лекций/ практических занятий
(4 семестр)**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол часов/ из них практи- ческая подго- товка
7	Раздел 7 «Косой изгиб».				6
	Тема 7.1 «Нормальные напряжения в сечении балки при косом изгибе»	Лекция № 9. Определение напряжений при косом изгибе.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		2
		Практическое занятие № 9. Задачи на косой изгиб.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	2
		Лабораторная работа № 9 Экспериментальное исследование деформаций при косом изгибе.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос	2
8	Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»				6
	Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии»	Лекция № 10. Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		2
		Практическое занятие № 10 Исследование напряжений при внецентренном растяжении.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 10 Анализ распределения напряжений при растяжении-сжатии.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	2
9	Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»				12
	Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»	Лекция № 11. Закономерности плоского напряжённого состояния.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		4
		Практическое занятие № 11	ОПК-1.1	Устный	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол часов/ из них практическая подготовка
		Исследование напряжений при изгибе с кручением.	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	опрос	
		Лабораторная работа № 11 Определение главных площадок и главных напряжений.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	4
10	Раздел 10 «Теории прочности»				6
	Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»	Лекция № 12. Теории прочности. Теория Кулона, энергетическая теория, теория Мора.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		2
		Практическое занятие № 12 Применения теории прочности Кулона при изгибе с кручением.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 12 Задачи на изгиб с кручением.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	2
11	Раздел 11 «Статически неопределимые системы»				12/4
	Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»	Лекция № 13. Методика решения статически неопределимых рам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		4
		Лабораторная работа № 13 Экспериментальное определение реакций в статически неопределимой балке.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос	4/2
		Практическое занятие № 13 Расчёты на прочность статически неопределимой балки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	4/2
2	Раздел 12 «Продольный изгиб»				6
	Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»	Лекция № 14. Теория продольного изгиба.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3		2
		Лабораторная работа № 14 Экспериментальное определение критической силы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 14 Расчёты сжатых стержней	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКос-2.3	Устный опрос Решение типовых задач	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел»		
1.	Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие». Тема 1.4 «Деформация среза».	Как определить внутренние нагрузки? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3) Как вычислить напряжение смятия? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений»		
2.	Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики».	Что есть осевой момент инерции сечения? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 3 «Плоский изгиб»		
3.	Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе». Тема 3.3 «Деформация изгиба».	Напишите условие прочности при изгибе. (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3) Как определить деформацию балки? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 4 «Деформация кручения»		
4	Тема 4.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при кручении вала»	Какая деформация у проволоки винтовой цилиндрической пружины? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 5 «Ударные нагрузки».		
5	Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»	Как уменьшить коэффициент динамичности при ударе? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе»		
6	Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки»	Где в сечении балки касательные напряжения максимальны? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 7 «Косой изгиб»		
7	Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе»	Как в сечении балки при косом изгибе проходит нулевая линия? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»		
8	Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии»	Что такое ядро сечения? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»		
9	Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»	Что определяет характер напряжённого состояния? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 10 «Теории прочности»		
10	Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»	Какие напряжения действуют на главных площадках?

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		(ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 11 «Статически неопределимые системы»		
11	Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»	Что описывает каноническое уравнение перемещений? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)
Раздел 12 «Продольный изгиб»		
12	Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»	Что такое критическая сила? (ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ПКОС-2.3)

5. Образовательные технологии

В соответствии с учебным планом дисциплины формами организации учебного процесса являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов.

Лекции предназначены для изложения теоретического материала в соответствии с содержанием разделов.

Лабораторные работы предназначены для закрепления теоретических знаний на практике; усвоение умений исследовательской работы; работы; применение теоретических знаний для решения практических задач; самопознание обучающихся и саморазвитие.

Практические занятия предназначены для решения задач и выполнения заданий в аудиториях, оборудованных макетами механизмов. Первая часть занятия посвящается постановке задания по теме предшествующей лекции и изложению алгоритма выполнения задания. Вторая часть занятия посвящена выполнению задания по шагам алгоритма при поддержке преподавателя.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.1	«Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия».	Л Проблемное обучение
		ПЗ Активное обучение
1.2	«Основные механические характеристики материалов»	Л Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ Проблемное обучение
1.3	«Решение задач на растяжение-сжатие»	Л Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ Активное обучение
1.4	«Деформация среза»	Л Проблемное обучение
		ПЗ Активное обучение
2.1.	«Основные геометрические характеристики».	ПЗ Информационно-коммуникационная технология
		Л Проблемное обучение
3.1	«Механика изгиба стержня».	Л Проблемное обучение
		ПЗ Активное обучение
3.2	Тема «Расчёт на прочность при изгибе»	Л Проблемное обучение

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
		ПЗ	Активное обучение
3.3	«Деформация изгиба».	Л	Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Проблемное обучение
4.1	«Механика кручения».	Л	Проблемное обучение
		ПЗ	Активное обучение
4.2	«Расчёт на прочность и жёсткость при кручении вала».	Л	Проблемное обучение
		ПЗ	Активное обучение
5.1	«Коэффициент динамичности».	Л	Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Проблемное обучение
5.2	«Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»	Л	Проблемное обучение
		ПЗ	Активное обучение
6.1	«Касательные напряжение в сечении балки»	Л	Проблемное обучение
		ПЗ	Активное обучение
6.1	«Касательные напряжение в сечении балки»	Л	Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Проблемное обучение
7.1	«Нормальные напряжение в сечении балки при косом изгибе»	Л	Проблемное обучение
		ЛР	Активное обучение
8.1	«Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии»	Л	Проблемное обучение
		ЛР	Активное обучение
9.1	«Плоское напряжённое состояние»	Л	Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Проблемное обучение
10.1	«Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»	Л	Проблемное обучение
		ЛР	Активное обучение
11.1	«Расчёт статически неопределимых систем»	Л	Проблемное обучение
		ЛР	Активное обучение
12.1	«Расчёт сжатых стержней»	Л	Проблемное обучение
		ЛР	Активное обучение
13.1	«Определение напряжений при циклических нагрузках»	Л	Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Проблемное обучение

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – решение типовых задач, совместная работа студентов в группе при проведении и выполнении практических работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Сопротивление материалов» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, решение типовых задач, выполнение и защита РГР.

Промежуточный контроль знаний зачёт и экзамен.

В учебном процессе применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Для допуска к зачёту и экзамену по курсу необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнить и защитить РГР.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для проведения текущего контроля освоения дисциплины (устный опрос):

3 семестр

Раздел 1 «Введение. Основные понятия и законы деформируемых тел»

Тема 1.1 «Введение в предмет. Деформация растяжения-сжатия»

1. Какой вид деформации называется центральным растяжением?
2. Как определяется и строится эпюра нормальных сил в сечениях стержня?
3. Как вычисляются нормальные и касательные напряжения в поперечных и наклонных сечениях стержня?

4. Как определяются абсолютная и относительная деформации?

5. Как формулируется закон Гука и какие величины в него входят?

Тема 1.2 «Основные механические характеристики материалов»

6. Назовите статические характеристики прочности и пластичности.

7. Как строится диаграмма растяжения стали?

Тема 1.3 «Решение задач на растяжение-сжатие»

8. Что называется «Допускаемым напряжением»?

9. Напишите условие прочности при растяжении сжатии.

Тема 1.4 «Деформация среза»

10. Как записывается закон Гука при сдвиге?

11. Условие прочности при срезе?

12. Условие прочности при смятии?

13. Где опасное сечение флангового сварного шва?

Раздел 2 «Геометрические характеристики сечений стержня»

Тема 2.1 «Основные геометрические характеристики»

14. Как определяется статический момент инерции плоской фигуры относительно оси?
15. Как определяется осевой момент инерции плоской фигуры?
16. Как определяется полярный момент инерции плоской фигуры?
17. Каковы размерности статического момента инерции и осевого момента инерции плоской фигуры?

18. Как определяются координаты центра тяжести плоской фигуры?

19. Какие оси называются главными центральными осями инерции?

20. Чему равен центробежный момент инерции относительно главных осей инерции?

21. В каких случаях можно определить положения главных осей инерции без вычислений?

22. В чём особенность главных осей инерции фигуры с тремя осями симметрии?

Раздел 3 «Плоский изгиб»

Тема 3.1 «Деформация изгиба стержня»

23. Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию?
24. Что представляет собой нейтральный слой и нейтральная ось?
25. Чем отличаются чистый и поперечный изгибы?
26. Какие внутренние нагрузки возникают в поперечном сечении балки при поперечном изгибе?

Тема 3.2 «Расчёт на прочность при изгибе»

27. Как формулируется теорема Журавского?
28. Позволяет ли теорема Журавского проверять правильность построения эпюр поперечной силы и изгибающего момента в поперечных сечениях балки? Если да, то как именно?
29. Как определяется момент сопротивления при изгибе
30. В каких точках сечения балки возникают наибольшие нормальные напряжения?

Тема 3.3 «Деформация изгиба»

31. Какие перемещения получают точки балки при прямом изгибе?
32. Напишите интеграл Максвелла-Мора.
33. Напишите формулу Верещагина?

Раздел 4 «Деформация кручения»

Тема 4.1 «Деформация кручения».

35. Как вычисляется вращающий момент по заданной мощности и угловой скорости в оборотах в минуту?
36. Как строятся эпюры крутящих моментов?
37. Как определяется полный и относительный углы закручивания вала?
38. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала круглого сечения при кручении?
39. Как производится расчет на прочность вала при кручении?
40. Как производится расчет на прочность при кручении вала прямоугольного сечения?

Раздел 5 «Ударные нагрузки»

Тема 5.1 «Коэффициент динамичности»

41. Какое явление называется ударом?
42. Какая гипотеза лежит в основе теории удара в курсе сопротивления материалов?
43. Дайте определение динамического коэффициента при ударе.

Тема 5.2 «Расчёт на прочность и жёсткость при ударе»

44. Как определяются перемещения и напряжения при ударе?
45. Какие конструктивные решения позволяют уменьшить напряжения при ударе?
46. Зависят ли напряжения при ударе от модуля упругости материала?

Раздел 6 «Касательные напряжения при изгибе».

Тема 6.1 «Касательные напряжения в сечении балки».

47. Напишите формулу Журавского.
48. Как определить экспериментально центра изгиба?
49. Где в сечении балки возникают наибольшие касательные напряжения?

4 семестр

Раздел 7 «Косой изгиб»

Тема 7.1 «Расчёт на прочность и жёсткость при косом изгибе»

50. Какой изгиб называется косым?
51. Может ли балка круглого сечения испытывать косой изгиб?
52. Сочетанием каких видов изгиба является косой изгиб?
53. Как находится положение нейтральной линии при косом изгибе?
54. Что представляют собой опасные точки сечения и как они определяются при косом изгибе?

Раздел 8 «Внецентренное растяжение-сжатие»

Тема 8.1 «Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии»

55. Как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении и сжатии?
56. По каким формулам определяются нормальные напряжения при внецентренном растяжении и сжатии?
57. Как определяется и строится ядро сечения?

Раздел 9 «Сложное напряжённое состояние»

Тема 9.1 «Плоское напряжённое состояние»

58. Какое напряженное состояние называется плоским?
59. Какое напряженное состояние называется пространственным?
60. Что такое главные площадки и главные напряжения?
61. Чем характерно напряжённое состояние «Всестороннее сжатие»?
62. Какой случай плоского напряженного состояния называется чистым сдвигом?
63. На каких площадках действуют максимальные касательные напряжения?

Раздел 10 «Теории прочности»

Тема 10.1 «Расчёт на прочность при сложном напряжённом состоянии»

64. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала при изгибе с кручением?
65. Какие точки круглого поперечного сечения вала являются опасными при изгибе с кручением?
66. Как рассчитывается на прочность вал круглого сечения при изгибе с кручением?

Раздел 11 «Статически неопределимые системы»

Тема 11.1 «Расчёт статически неопределимых систем»

67. Какие системы называются статически неопределимыми?
68. Как определяется степень статической неопределимости системы?
69. Какая система называется геометрически неизменяемой?
70. Что выражает каждое из канонических уравнений?

Раздел 12 «Продольный изгиб»

Тема 12.1 «Расчёт сжатых стержней»

71. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
72. Дайте определения критической силы и критического напряжения.
73. Дайте определение гибкости стержня.
74. Что представляет собой коэффициент закрепления концов и чему он равен при различных видах закрепления стержня?
75. Какой вид имеет условие устойчивости сжатого стержня?
76. Как подбирается сечение стержня при расчете на устойчивость?

Раздел 13 «Расчёт на прочность при динамических нагрузках»

Тема 13.1 «Определение напряжений при циклических нагрузках»

77. Какие нагрузки называются статическими и какие – динамическими?
78. Что называется циклом напряжений?
79. Что представляет собой симметричный и асимметричный циклы?
80. Что называется средним, максимальным, минимальным напряжением, амплитудой, коэффициентом асимметрии цикла напряжений?
81. Что представляет собой кривая усталости (кривая Вёллера)?
82. Что называется пределом выносливости?
83. Как влияет на предел выносливости чистота поверхности?
84. От каких основных факторов зависит величина требуемого коэффициента запаса прочности?
85. Как определяются коэффициенты запаса прочности при симметричном цикле в случае изгиба, растяжения и сжатия, кручения?

6.1.3 Перечень вопросов, выносимых на зачёт (3 семестр)

1. Основные задачи и элементы конструкции машин, рассматриваемые сопротивлением материалов.

2. Основные упрощающие допущения и гипотезы, применяемые сопротивлением материалов.
3. Основные задачи и элементы конструкции машин, рассматриваемые сопротивлением материалов.
4. Внутренние нагрузки и напряжения при растяжении-сжатии стержня, продольная и поперечные деформации.
5. Напряжения и их характеристики; условие прочности.
6. Изгиб стержней: основные понятия, внутренние нагрузки.
7. Определение опорных реакций балок и внутренних нагрузок при плоском поперечном изгибе.
8. Внешние нагрузки и характер нагружения.
9. Внутренние нагрузки и их определение при плоской системе внешних нагрузок.
10. Условия прочности и жесткости при растяжении и сжатии стержня; виды расчетов стержней на прочность и жесткость.
11. Геометрические характеристики плоских сечений; виды, определение статических моментов и координат центра тяжести сечений.
12. Главные оси и главные моменты инерции плоских сечений.
13. Определение осевых и полярного момента сопротивления сечения.
14. Виды и определение моментов инерции плоских сечений.
15. Срез и смятие стержней, расчеты на прочность.
16. Внутренние нагрузки, деформации и напряжения при кручении стержней.
17. Чистый сдвиг и закон Гука; напряжения и деформации при сдвиге.
18. Расчеты на прочность заклепочных и сварных соединений.
19. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при расчетах балок на изгиб.
20. Напряжения при чистом изгибе.
21. Элементарные деформации и их характеристики; условие прочности;
22. Перемещения при изгибе балки; формула Верещагина.

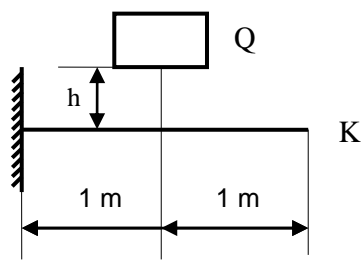
Перечень вопросов, выносимых на экзамен (4 семестр)

1. Вывести формулу нормального напряжения σ в наклонной площадке при плоском напряжённом состоянии.
2. Вывести формулу касательного напряжения τ в наклонной площадке при плоском напряжённом состоянии.
3. Вывести формулы главных деформаций при сложном напряжённом состоянии (обобщённый закон Гука).
4. Вывести расчетное уравнение теории максимальных касательных напряжений (3-я теория прочности).
5. Вывести расчетное уравнение теории энергии формоизменения (4-я теория).
6. Жесткость материала и её характеристики.
7. Вывести расчётное уравнение теории предельных состояний (5-я теория прочности).
8. Продольные и поперечные деформации при растяжении – сжатии. Вывод закона Гука и условия жёсткости.
9. Рассказать об испытаниях на кручение образцов из пластичной стали и чугуна.
10. Определение напряжений и деформаций для винтовых цилиндрических пружин(вывод).
11. Нормальные напряжения при неплоском изгибе. Условие прочности (Вывод)
12. Основные гипотезы (допущения) при ударе.
13. Уравнение нулевой линии при неплоском изгибе его частный случай. Свойства нулевой линии.
14. Коэффициент динамичности при ударе. Частные значения.

15. Нормальные напряжения и положение нулевой линии при совместном действии продольных и поперечных сил (Вывод).
16. Влияние качества поверхности на предел выносливости.
17. Уровень нулевой линии при внецентренном растяжении-сжатии, его исследование.
18. Концентрация напряжений при повторно-переменных нагрузках.
19. Определение перемещений при неплоском изгибе.
20. Влияние размера поперечного сечения на предел выносливости.
21. Понятие о ядре сечения. Ядро сечения для прямоугольника и круга
22. Условия прочности для практический расчетов на продольный изгиб.
23. Изгиб с кручением круглых стержней.
24. Влияние вида деформаций на предел выносливости.
25. Степень статической неопределимости и ее отыскания.
26. Записать условие прочности при продольно-поперечном изгибе.
27. Понятие основной и эквивалентной систем.
28. Коэффициенты запаса циклической прочности.
29. Уравнения перемещений в статически неопределимых системах.
30. Определение критической силы при продольном изгибе (Эйлеру).
31. Определение коэффициентов и свободных членов в канонических уравнений перемещений.
32. Формула Ясинского для продольного изгиба.
33. Вывод формулы Эйлера для продольного изгиба стержня.
34. Характеристики материала при ударе.
35. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня и влияние способа закрепления концов.
36. Диаграмма критических напряжений. Практический расчет на продольный изгиб.
37. Записать условие прочности при неплоском изгибе.
38. Расчёт на продольно-поперечный изгиб.
39. Записать условие прочности при растяжении (сжатии)
40. Продольный изгиб в упругопластической области. Формула Ясинского и пределы ее применимости.
41. Сложное сопротивление стержней. Методика изучения.
42. Напряжения и деформации при ударе. Вывод формулы коэффициента динамичности.
43. Свойства нулевой линии при нулевом изгибе.
44. Повторно-перемещённые (циклические) нагрузки. Виды циклов и их характеристики.
45. Условие прочности при изгибе с кручением круглых стержней. Выражение эквивалентного момента.
46. Теория усталостного разрушения.
47. Опытное определение предела выносливости.
48. Свойства нулевой линии при внецентренном растяжении.
49. Расчет ресурса при циклических нагрузках (симметричный цикл).
50. Определение системы статической неопределимости систем.
51. Расчет ресурса при циклических нагрузках (несимметричный цикл).
52. Влияние различных факторов на предел выносливости. Коэффициенты запаса усталостной прочности.
53. Вывести зависимости между моментами инерции сечения при повороте осей.

Перечень типовых задач выносимых на экзамен

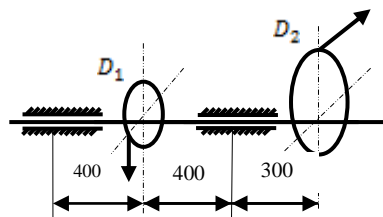
Задача 1



1. Определить допускаемую нагрузку и коэф. Запаса устойчивости для стойки $d = 100 \text{ mm}$, $l = 4 \text{ m}$, материал Ст.3, $[\sigma]_{\text{ст}} = 160 \text{ МПа}$. Концы стойки шарнирно закреплены.

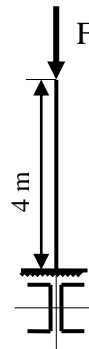
Задача 2

1. Найти перемещение точки «К» при падении груза $Q = 1 \text{ кН}$ с высоты $h = 0,5 \text{ m}$. Балка квадратного сечения со стороной $a = 100 \text{ mm}$, $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$



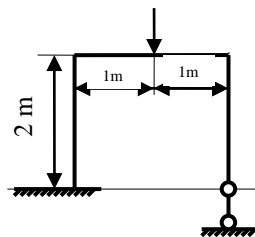
Задача 3

1. Подобрать диаметр вала, если: $D_1 = 100 \text{ mm}$, $D_2 = 200 \text{ mm}$, $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$. Передаваемый момент $M_k = 5 \text{ кНм}$



Задача 4

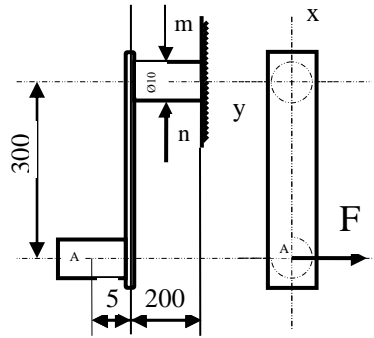
1. Подсчитать величину допускаемой нагрузки на стойку, составленную из двух швеллеров № 20, материал ст3, $[\sigma]_{\text{ст}} = 160 \text{ МПа}$. Профили расположены рационально с точки зрения устойчивости.



РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ПРЯМОМ ИЗГИБЕ

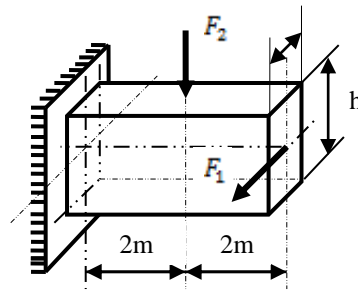
Задача 5

1. Для П-образной рамы построить эпюру M сум.



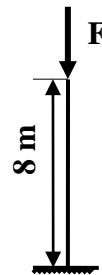
Задача 6

2. Коленчатый стержень загружен на цапфе в точке А горизонтальной силой $F = 16\text{ кН}$. Определить расчетное напряжение в сечении m-n по 3-й теории прочности.



Задача 7

1. Подобрать сечение балки, если $[\sigma] = 12\text{ МПа}$, $F_1 = 4\text{ кН}$, $F_2 = 20\text{ кН}$, n/b .



1. Определить допускаемую нагрузку для стержня, имеющего сечение в виде уголка $80 \times 80 \times 8\text{ мм}$. Материал Ст.3, $E = 2 \cdot 10^5\text{ МПа}$, коэф. запаса устойчивости $m = 2,8$.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Методика текущего контроля предусматривает устный опрос, целью которого является определение уровня усвоения каждого раздела изучаемой дисциплины.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования индикаторов достижения компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. При сдаче экзамена и зачета знания оцениваются по четырёх балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения –экзамен

Таблица 7а

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, и логически правильно излагающий теоретический материал, выполнивший; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; выполнивший и защитивший курсовую работу. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, и теоретический материал; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, и теоретический материал, не сформировавший практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценивания результатов обучения - зачет с оценкой

Таблица 7б

Оценка	Критерии оценивания
отлично «5»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
хорошо «4»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, и логически правильно излагающий теоретический материал; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; выполнивший и защитивший курсовую работу. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
удовлетворительно «3»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, и теоретический материал; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
неудовлетворительно «2»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, и теоретический материал, не сформировавший практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1038-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/168383>

2. Кузьмин, Л. Ю. Сопротивление материалов : учебное пособие / Л. Ю. Кузьмин, В. Н. Сергиенко, В. К. Ломунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2056-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168995>

3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н. М. Беляев. - 15-е изд., перераб. - М.: Наука, 1976. - 607 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Туваев, В. Н. Сопротивление материалов : учебное пособие / В. Н. Туваев, В. А. Виноградов ; составители В. Н. Туваев [и др.]. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2015. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/130859>

2. Шишлов, С. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / С. А. Шишлов. — Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149275>

3. Беляев Н.М., Белявский С.М. Сборник задач по сопротивлению материалов, ред. Качурин В.К. /Н. М. Беляев, Белявский С.М. - 11-е изд., стер. - М.: Наука, 1968. - 351 с.

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

1. Учебно-методический портал www.elms.timacad.ru (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип Программы	Автор	Год разработки
1	Сопротивление материалов	Компас – 3D-V16	Учебная	Аскон	2016
2	Сопротивление материалов	AutoCAD 2020	Учебная	Autodesk	2020
	Сопротивление материалов	Microsoft Word	Текстовый редактор	Microsoft Corporation	2016
	Сопротивление материалов	Microsoft Excel	Редактор таблиц	Microsoft Corporation	2016

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №18а	1.Мультимедийное оборудование: экран Projecta SlimScreen Инв.№ 410134000001629 2.Проектор Acer 1260 Инв. №210134000001837 3.Ноутбук Asus Инв.№ 210134000001836) 4.Редуктор Ц2У100 Инв. № 210134000002735 (Инв. № 210134000002079, № 210134000002080, № 210134000002083, № 210134000002084, № 210134000002085, № 210134000002086, № 210134000002087, № 210134000002091, №210134000002737, № 210134000002736)
23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №18а	1.Разрывная машина ИМ Инв.№ 410134000001819 2.Гидроунивер.маш. ИМЧ-30 Инв. №210134000001465. 3. Маш универс. УИМ-50 Инв. №210134000001763
23 учебный корпус, Лиственничная аллея д.7. Аудитория №17	Мультимедийное оборудование: 1. Проектор Acer7202 Инв. №410134000001628 2.Ноутбук Asus Инв. №210134000001836 3. Штабелёр гидравлический 1 т Инв. № 210134000002593, 4.ВариаторВЦ-1-1-Ю1 Инв. № 210134000002738, 5. Машина МУУ-600 Инв. № 210134000001764 6.Порошковый электромагнитный нагрузочный тормоз ПТ-2,5 М 1 Инв. №210134000002074

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Сопротивление материалов» по направлению 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства, специализации «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» и «Автомобильная техника в транспортных технологиях», студент получает знания о расчетах на прочность, жесткость и устойчивость различных инженерных конструкций, которые применяются в агропромышленном комплексе. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими

видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- курсовое проектирование (выполнение курсовых проектов);
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Сопротивление материалов» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты конструкций с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. При подготовке к выполнению лабораторной работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день ее выполнения или ближайшее время.

3. На практических занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

4. Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания.

Расчетно-графические работы следует выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Максимально использовать возможности производственной технологической практики на предприятии для визуального изучения имеющихся на предприятии автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Регулярно посещать тематические выставки например «Агропродмаш», «Золотая осень», «Агросалон» и др.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, заданные преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, заданные преподавателем по теме практического задания.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекции, практические занятия, лабораторные работы, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование и т.п.

Практические занятия проводятся в виде решения задач по расчету внутренних сил и моментов, расчету и выбору целесообразного поперечного сечения, определению опасного сечения. Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Первый час каждого занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре программное обеспечение. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, выполнение курсового проекта. При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электронным системам, устройствам и элементам.

Для организации планомерной и ритмичной работы, повышения мотивации студентов к освоению дисциплины путём текущего контроля их учебной

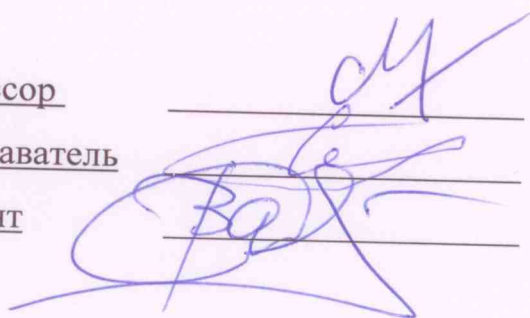
работы, повышения уровня организации образовательного процесса по дисциплине, а также стимулирования студентов к регулярной самостоятельной учебной работе. По результатам выполнения расчетно-графических работ выставляется итоговый балл, а по результатам ответа на вопросы по экзаменационному билету ставится экзамен.

Программу разработали:

Казанцев С.П., д.т.н., профессор

Серов Н.В., к.т.н., ст. преподаватель

Щукина В.Н., к.т.н., ассистент

Three horizontal lines with handwritten signatures in blue ink. The top line has a signature that appears to be 'С.П. Казанцев'. The middle line has a signature that appears to be 'Н.В. Серов'. The bottom line has a signature that appears to be 'В.Н. Щукина'.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Б1.О.11 «Сопrotивление материалов»**
ОПОП ВО по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-
технологические средства, специализации «Технические средства
природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» и «Автомобильная
техника в транспортных технологиях»
(квалификация выпускника – специалист)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Сопrotивление материалов» ОПОП ВО по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства, специализации «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» и «Автомобильная техника в транспортных технологиях» (специалитет), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре сопротивления материалов и деталей машин (**разработчики: Казанцев Сергей Павлович**, доктор технических наук, профессор кафедры Сопrotивления материалов и деталей машин; **Серов Никита Вячеславович**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Сопrotивления материалов и деталей машин; **Щукина Варвара Николаевна**, кандидат технических наук, ассистент кафедры Сопrotивления материалов и деталей машин).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришёл к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Сопrotивление материалов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – **Б1.О.11**.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Сопrotивление материалов» закреплена 1 общепрофессиональная компетенция ОПК-1 и 3 индикатора компетенций (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3), 1 профессиональная компетенция определяемая самостоятельно ПКос-2 и 1 индикатор компетенции (ПКос-2.3). Дисциплина «Сопrotивление материалов» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Сопrotивление материалов» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Сопrotивление материалов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и

учебного плана по специальности подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексов», и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО по специальности подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексов».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний и промежуточного контроля соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсами – 1 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексов».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Соппротивление материалов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Соппротивление материалов».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённой рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Соппротивление материалов» ОПОП ВО по специальности подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексов», по специализациям технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях и автомобильная техника в транспортных технологиях (квалификация выпускника – специалист), **разработанная** Казанцевым С.Н., Серовым Н.В. и Шукиной В.Н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент Андреев Сергей Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

«1» октября 2021 г.

Рецензия рассмотрена на заседании кафедры сопротивления материалов и деталей машин протокол № 4 от «7» октября 2021 г.

Заведующий кафедрой Казанцев С.П., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
«7» октября 2021 г.