

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

Декан агроинженерного факультета
Оробицкий В.И.
«23» июня 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.21 Сопротивление материалов

Направление подготовки 23.03.03

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) Автомобили и автомобильное хозяйство

Квалификация выпускника – бакалавр

Факультет – Агроинженерный

Кафедра прикладной механики

Разработчик рабочей программы:

доцент, кандидат технических наук, доцент Зобов Сергей Юрьевич

Воронеж – 2023 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 года № 916.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной механики (протокол № 010118-10 от 07.06.2023 г.)

Заведующий кафедрой _____



Беляев А.Н.

подпись

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 10 от 22.06.2023 г.)

Председатель методической комиссии _____



Костиков О.М.

подпись

Рецензент рабочей программы заместитель директора по техническим вопросам ООО ГК АТХ, к.т.н. Говоров С.В.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Обучение приемам расчета на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость типовых элементов машин и оборудования; подготовка к решению профессиональных задач, связанных с обеспечением работоспособности элементов машин и оборудования; формирование знаний, умений и навыков оценки практического использования элементов машин и оборудования при их эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте.

1.2. Задачи дисциплины

Формирование знаний по теоретическим основам сопротивления материалов; механических характеристик конструкционных материалов; формирование умений выполнения расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость деталей машин и оборудования при действии статических и динамических нагрузок.

1.3. Предмет дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты: инженерные расчеты на прочность и жесткость систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб; методы испытаний по определению характеристик прочности, пластичности и упругости материалов; основы экспериментального исследования механического поведения материалов и элементов машин и оборудования; расчеты на прочность и жесткость при сложном сопротивлении элементов машин и оборудования; расчеты на устойчивость; расчеты на прочность и жесткость при динамическом и циклическом характере нагружения.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.О.21 Сопротивление материалов относится к обязательной части блока «Дисциплины».

Дисциплина Б1.О.21 Сопротивление материалов является обязательной дисциплиной.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина Б1.О.21 Сопротивление материалов связана с дисциплинами: Б1.О.12 Математика; Б1.О.13 Физика; Б1.О.19 Теоретическая механика.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	37	Основные законы и понятия, применяемые в сопротивлении материалов; особенности поведения различных материалов при действии на них нагрузок; основные методы расчёта элементов конструкций на прочность и жесткость; основные тенденции развития науки о сопротивлении материалов
		У6	Составлять математическую модель изучаемого процесса, а также подбирать типовые методы расчёта в соответствии с поставленной задачей; применять методы теоретического и экспериментального исследования для решения производственных задач, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности
		Н6	В построении математических моделей типовых профессиональных задач; в работе с прикладными программными пакетами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и комплексов; в работе с технической литературой и справочными материалами

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестры		Всего
	3	4	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	4/144	2/72	6/216
Общая контактная работа*, ч	42,15	46,75	88,9
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	101,85	25,25	127,1
Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	42	46	88
лекции	14	16	30
практические занятия	14	–	14
лабораторные работы	14	30	44
групповые консультации	–	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий ***, ч	93	7,5	100,5
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	0.15	0.25	0.4
курсовая работа	–	–	–
курсовой проект	–	–	–
зачет	0.15	–	0.15
экзамен	–	0.25	0.25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	8,85	17,75	26.6
выполнение курсового проекта	–	–	–

выполнение курсовой работы	–	–	–
подготовка к зачету	8,85		8,85
подготовка к экзамену		17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	зачет	экзамен	зачет экзамен

3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Семестры		Всего
	4	5	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	3/108	3/108	6/216
Общая контактная работа*, ч	10,15	10,75	20,9
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	97,85	97,25	195,1
Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	10	10	20
лекции	4	6	10
практические занятия	2	–	2
лабораторные работы	4	4	8
групповые консультации	–	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий ***, ч	89	79,5	168,5
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	0.15	0.25	0.4
курсовая работа	–	–	–
курсовой проект	–	–	–
зачет	0.15	–	0.15
экзамен	–	0.25	0.25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	8,85	17,75	26.6
выполнение курсового проекта	–	–	–
выполнение курсовой работы	–	–	–
подготовка к зачету	8,85		8,85
подготовка к экзамену	–	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	зачет	экзамен	зачет экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопротивления материалов

Предмет сопротивления материалов. Цели и задачи сопротивления материалов. Основные понятия, гипотезы, допущения, методы сопромата. Реальный объект и расчетная схема. Метод сечений. Внутренние силы и напряжения. Деформации и перемещения. Принципы расчета элементов конструкций на прочность и жесткость.

Раздел 2. Растяжение и сжатие

Продольная сила и ее эпюры. Нормальное напряжение и его эпюры. Деформации и перемещения бруса при действии внешних сил. Закон Гука при растяжении - сжатии. Коэффициент Пуассона. Напряжения и деформации в стержнях от действия собственного веса. Напряженное состояние при растяжении - сжатии. Потенциальная энергия растянутого бруса. Расчет статически неопределимых систем (СНС) при растяжении - сжатии. Уравнения совместности деформаций.

Механические характеристики конструкционных материалов и нормативы инженерных расчетов на прочность и жесткость. Типы реологических свойств. Зависимость свойств от внешних условий и скорости деформирования. Испытания на растяжение - сжатие. Диаграмма растяжения. Основные механические характеристики конструкционных материалов при растяжении. Диаграмма сжатия и основные механические характеристики при сжатии. Характеристики пластичности. Предельное состояние. Коэффициент запаса прочности. Допускаемое напряжение. Условие прочности. Условие жесткости. Расчеты на прочность и жесткость по предельному состоянию и по допускаемому напряжению.

Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений

Статические моменты сечений. Центр тяжести сечения и центральные оси. Осевые, центробежный и полярный моменты инерции сечения. Формулы преобразования для моментов инерции при параллельном переносе координатных осей. Формулы преобразования для моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные осевые моменты инерции сечений.

Раздел 4. Сдвиг. Кручение бруса

Чистый сдвиг и его особенности. Механические испытания на чистый сдвиг. Закон Гука при чистом сдвиге. Срез. Предел прочности при сдвиге. Условие прочности при сдвиге. Расчет на прочность при сдвиге. Деформации при сдвиге. Напряженное состояние при чистом сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Связь между упругими характеристиками изотропных конструкционных материалов. Расчет заклепочных и сварных соединений.

Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Построение эпюр крутящих моментов. Напряжения и деформации бруса со сплошным круглым и кольцевым поперечными сечениями. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления. Условия прочности и жесткости. Расчеты на прочность и жесткость. Потенциальная энергия бруса при кручении. Кручение брусьев с некруглым поперечным сечением. Кручение бруса с прямоугольным поперечным сечением. Мембранная аналогия. Свободное кручение тонкостенных брусьев с замкнутым и незамкнутым профилем. Расчет статически неопределимых систем при кручении. Расчет винтовых пружин.

Раздел 5. Изгиб

Чистый и поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы: поперечная сила Q и изгибающий момент M . Определение M и Q и построение их эпюр. Дифференциальные зависимости между q , Q и M . Чистый изгиб. Механизм образования деформаций: нейтральный слой, неизменность плоских поперечных сечений бруса. Напряжения и деформации при чистом прямом изгибе. Рациональные сечения балки. Условие прочности. Расчеты на прочность. Поперечный изгиб. Нормальные напряжения при поперечном изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского. Расчеты на прочность при поперечном изгибе балок, рам.

Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси бруса. Ее непосредственное интегрирование. Универсальное уравнение упругой линии балки (метод начальных параметров). Условие жесткости. Расчет балок на жесткость. Энергетические методы расчета перемещений. Теорема о взаимности работ и перемещений. Потенциальная энергия бруса при его произвольном нагружении. Расчеты перемещений в стержневых системах с помощью интеграла Мора. Расчет балок и рам.

Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем

Степень статической неопределимости. Связи и их конструктивное решение. Связи внутренние и внешние. Внешняя и внутренняя статическая неопределимость. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Основная и эквивалентная системы, многовариантность их выбора. Кинематическая неизменяемость конструкций. Канонические

уравнения метода сил. Способы вычисления коэффициентов канонических уравнений. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Статическая и деформационная проверки. Примеры расчета статически неопределимых балок и рам на прочность и жесткость. Использование свойств симметрии конструкции и нагрузки при расчете статически неопределимых систем. Примеры расчета.

Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния

Напряженное состояние в точке. Главные площадки, главные напряжения, главные оси напряженного состояния. Виды напряженного состояния. Деформированное состояние в точке. Линейные и угловые малые деформации. Главные оси и главные деформации. Объемная деформация. Обобщенный закон Гука. Связь между объемной деформацией и гидростатическим давлением. Энергия упругих деформаций. Удельные потенциальные энергии изменения объема и изменения формы.

Раздел 8. Теории предельных состояний

Механическое состояние материала. Виды предельных состояний. Коэффициент запаса. Эквивалентное напряженное состояние. Эквивалентное напряжение. Первая и вторая гипотезы предельных состояний. Первая и вторая теории прочности. Гипотеза максимальных касательных напряжений и третья теория прочности. Энергетическая гипотеза и четвертая теория прочности. Феноменологическая теория прочности Мора. Сведения о современных теориях предельных состояний. Пределы применимости различных теорий прочности.

Раздел 9. Сложное сопротивление бруса

Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии. Определение перемещений. Условия прочности и жесткости. Расчет на прочность и жесткость. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений и положения нейтральной линии. Ядро сечения. Условие прочности. Расчет на прочность. Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения. Определение напряженного состояния в опасных точках сечения. Определение эквивалентного напряжения по теориям прочности. Эквивалентный момент. Расчет на прочность и жесткость.

Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел

Понятие об устойчивости в инженерных конструкциях. Виды потери устойчивости. Критическая нагрузка. Продольный изгиб. Устойчивость прямого сжатого бруса. Задача Эйлера. Граничные условия в перемещениях. Влияние способов закрепления концов стержня. Гибкость бруса. Расчет на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемого напряжения. Примеры расчета. Потеря устойчивости за пределами упругих деформаций. Формула Ясинского. График критических напряжений.

Раздел 11. Динамическое действие нагрузок

Применение принципа Даламбера. Сила инерции при поступательном и вращательном движении. Коэффициент динамичности. Примеры расчетов на прочность и жесткость с учетом силы инерции. Элементарная теория удара и область ее применения. Коэффициент динамической нагрузки. Механические свойства конструкционных материалов при ударном нагружении. Вязкость и экспериментальный способ ее определения. Примеры расчета на прочность и жесткость при ударе. Виды повторно-переменных нагрузок. Механизм усталостной прочности материалов. Циклы нагружения, их классификация и параметры. Экспериментальное исследование усталостной прочности. Усталостная кривая. Предел выносливости. Диаграмма усталостной прочности. Коэффициент запаса усталостной прочности. Расчеты на усталостную прочность. Эффективный коэффициент концентрации напряжений. Влияние состояния поверхности. Масштабный фактор.

Раздел 12. Расчет безмоментных оболочек вращения

Классификация оболочек. Безмоментная теория осесимметричных оболочек вращения. Уравнение Лапласа. Примеры расчета на прочность.

Раздел 13. Современные методы расчетов с применением ЭВМ

Понятие о современных методах инженерных прочностных расчетов. Численные методы с применением ЭВМ. Понятие о методе конечных элементов.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопротивления материалов	2	–	–	4
Раздел 2. Растяжение и сжатие	4	8	4	12
Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений	2	–	2	6
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	3	6	–	7
Раздел 5. Изгиб	6	10	8	16
Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем	2	8	–	10
Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния	1	–	–	8,5
Раздел 8. Теории предельных состояний	1	–	–	6
Раздел 9. Сложное сопротивление бруса	3	6	–	9
Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел	2	4	–	8
Раздел 11. Динамическое действие нагрузок	2	2	–	6
Раздел 12. Расчет безмоментных оболочек вращения	1	–	–	4
Раздел 13. Современные методы расчётов с применением ЭВМ	1	–	–	4
Всего	30	44	14	100,5

4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопротивления материалов	2	–	–	7
Раздел 2. Растяжение и сжатие	2	3	–	20
Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений	–	–	–	10
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	2	2	–	12
Раздел 5. Изгиб	2	2	2	26

Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем	—	—	—	20
Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния	—	—	—	14
Раздел 8. Теории предельных состояний	—	—	—	12
Раздел 9. Сложное сопротивление бруса	1	1	—	15,5
Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел	1	—	—	10
Раздел 11. Динамическое действие нагрузок	—	—	—	8
Раздел 12. Расчет безмоментных оболочек вращения	—	—	—	7
Раздел 13. Современные методы расчётов с применением ЭВМ	—	—	—	7
Всего	10	8	2	168,5

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Организация самостоятельной работы по дисциплине осуществляется в соответствии с методическими указаниями «Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Воронежский государственный аграрный университет; [сост.: А. Н. Беляев, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2023 [ПТ] <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b172435.pdf>>».

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение. Основные понятия и сопротивления материалов	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шереметкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.14-34. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >.	4	7

2	Раздел 2. Растяжение и сжатие	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 35-70. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 30-67. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>. 3. Растяжение - сжатие: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий; – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. [электронный ресурс]. Режим доступа: URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155148.pdf.	12	20
3	Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 89 -107. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Расчет геометрических характеристик плоских поперечных сечений: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий; – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020.[электронный ресурс]. Режим доступа: < RL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155149.pdf.>	6	10
4	Раздел 4. Сдвиг. Кручение	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 119-171. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 68-89. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>.	7	12

5	Раздел 5. Изгиб	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.175-212., 225-247. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 90-116 . Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>.	16	26
6	Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 268-330. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 117-123. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>.	10	20
7	Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния	Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 331-366.[электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>.	7,5	14
8	Раздел 8. Теории предельных состояний	Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 370-384. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>.	6	12

9	Раздел 9. Сложное сопротивление бруса	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 385-413. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 124-131. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>. 3. Изгиб с кручением: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий; – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155150.pdf>.	9	15,5
10	Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.429-440. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 132-138. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>.	8	10
11	Раздел 11. Динамическое действие нагрузок	1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 446-475. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>. 2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. – С. 139-145. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf>.	6	8

12	Раздел 12. Расчет безмоментных оболочек вращения	Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.485-490. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >.	4	7
13	Раздел 13. Современные методы расчётов с применением ЭВМ	Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шердекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 510-524.[электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >.	4	7
Всего			100,5	168,5

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции
Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопротивления материалов	ОПК-1	37
Раздел 2. Растяжение и сжатие	ОПК-1	37
		У6
		Н6
Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений	ОПК-1	37
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	ОПК-1	37
		У6
Раздел 5. Изгиб	ОПК-1	37
		У6
		Н6
Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем	ОПК-1	37
		У6
		Н6
Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния	ОПК-1	37
Раздел 8. Теории предельных состояний	ОПК-1	37
Раздел 9. Сложное сопротивление бруса	ОПК-1	37
		Н6
Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел	ОПК-1	37
		Н6
Раздел 11. Динамическое действие нагрузок	ОПК-1	37
Раздел 12. Расчет безмоментных оболочек вращения	ОПК-1	37
Раздел 13. Современные методы расчётов с применением ЭВМ	ОПК-1	37

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Вид оценки	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно	зачтено

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Зачтено, продвинутый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины

Зачтено, пороговый	Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50%

Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах

Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.
Зачтено, продвинутый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.
Зачтено, пороговый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций**5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации****5.3.1.1. Вопросы к экзамену**

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные гипотезы и допущения, принимаемые в курсе.	ОПК-1	37
2	Внутренние силы и напряжения.	ОПК-1	37
3	Растяжение и сжатие. Расчет на прочность.	ОПК-1	У6
4	Нормальные силы и деформации при растяжении-сжатии с учетом силы тяжести.	ОПК-1	37
5	Деформация и закон Гука при растяжении-сжатии. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона).	ОПК-1	37
6	Статически неопределимые системы при растяжении-сжатии.	ОПК-1	Н6
7	Диаграммы растяжения и сжатия различных материалов.	ОПК-1	37
8	Влияние различных факторов на механические характеристики материалов.	ОПК-1	37
9	Коэффициент запаса. Допускаемые напряжения.	ОПК-2	37
10	Геометрические характеристики плоских сечений.	ОПК-1	37
11	Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.	ОПК-1	37
12	Напряженное состояние при чистом сдвиге.	ОПК-1	37
13	Кручение. Внутренние силы и эпюры внутренних сил.	ОПК-1	У6
14	Напряжения и деформации при кручении вала круглого сечения.	ОПК-1	37
15	Расчет винтовых пружин с малым шагом подъема.	ОПК-1	37
16	Изгиб. Внутренние силовые факторы. Дифференциальные зависимости Журавского между q , Q и M .	ОПК-1	У6
17	Напряжение в бруске при поперечном изгибе. Расчет на прочность.	ОПК-1	37
18	Прогиб и угол поворота сечения балки.	ОПК-1	37
19	Дифференциальное уравнение упругой линии балки.	ОПК-1	Н6
20	Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров.	ОПК-1	Н6
21	Определение перемещений с помощью интеграла Максвелла-Мора.	ОПК-1	Н6
22	Расчет статически неопределимых систем методом сил.	ОПК-1	Н6
23	Канонические уравнения метода сил.	ОПК-1	37
24	Напряжения на наклонных площадках при одноосном напряженном состоянии.	ОПК-1	37
25	Напряжения на наклонных площадках при двухосном (плоском) напряженном состоянии.	ОПК-1	37
26	Обобщенный закон Гука.	ОПК-1	37
27	Теории предельных состояний.	ОПК-1	37
28	Косой изгиб. Определение напряжений.	ОПК-1	37
29	Определение положения нейтральной оси. Определение перемещений при косом изгибе.	ОПК-1	37
30	Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений. Определение положения нейтральной линии.	ОПК-1	37
31	Изгиб с кручением. Расчет круглого вала по теориям прочности.	ОПК-1	Н6
32	Устойчивость стержней. Определение допускаемого значения критической силы.	ОПК-1	37

33	Вывод формулы Эйлера для критической силы.	ОПК-1	37
34	Расчет на устойчивость за пределами упругости (границы применения формулы Эйлера).	ОПК-1	Н6
35	Динамическое действие нагрузок. Напряжения с учетом сил инерции.	ОПК-1	37
36	Напряжения и деформации при ударе. Определение удельной ударной вязкости материала.	ОПК-1	37
37	Соппротивление материалов действию переменных нагрузок. Цикл напряжений.	ОПК-1	37
38	Предел выносливости и диаграмма усталостной прочности.	ОПК-1	37
39	Расчет тонкостенных осесимметричных оболочек.	ОПК-1	37
40	Применение ЭВМ для выполнения инженерных расчетов.	ОПК-1	37

5.3.1.2. Задачи к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Стальной стержень ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа) находится под действием внешней силы F и собственного веса ($\gamma = 78 \text{ кН} / \text{м}^3$). Требуется: а) построить эпюры внутренних (нормальных) сил и напряжений с учетом сил тяжести; б) найти перемещение сечения I – I.	ОПК-1	У6
2	Абсолютно жесткий брус опирается на шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням при помощи шарниров. Требуется: а) найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через силу F ; б) найти допускаемую нагрузку F_{adm} , приравняв большее из напряжений в двух стержнях допускаемому напряжению $\sigma_{adm} = 160$ МПа.	ОПК-1	37
3	К стальному валу приложены три известных крутящих момента. Требуется: а) установить, при каком значении момента X угол поворота правого концевого сечения вала равен нулю; б) построить эпюру крутящих моментов; в) при заданном значении τ_{adm} определить диаметр вала из расчета на прочность; г) построить эпюру углов закручивания.	ОПК-1	У6
4	Для поперечного сечения, составленного из стандартных прокатных профилей, требуется: а) определить положение центра тяжести; б) найти значения осевых и центробежных моментов инерции; в) определить направление главных центральных осей инерции; г) найти значения моментов инерции относительно главных центральных осей.	ОПК-1	У6
5	Для заданной схемы балки требуется построить эпюры поперечных сил Q , изгибающих моментов M и нормальных напряжений σ ; подобрать: а) деревянную балку круглого поперечного сечения; б) стальную балку двутаврового поперечного сечения.	ОПК-1	У6
6	Для балки требуется: а) построить эпюры изгибающих моментов M и поперечных сил Q ; б) построить упругую линию балки с помощью метода начальных параметров.	ОПК-1	У6
7	Стальной стержень длиной ℓ сжимается силой F . Требуется: а) найти размеры поперечного сечения; б) найти критическую силу и коэффициент запаса устойчивости.	ОПК-1	37
8	На двутавровую стальную балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты h падает груз массой m . Требуется	ОПК-1	37

	найти наибольшее динамическое напряжение и динамический прогиб в поперечном сечении балки под грузом и сравнить их с статическими величинами.		
--	---	--	--

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

Не предусмотрен

5.3.1.4. Вопросы к зачету

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Задачи курса сопротивления материалов.	ОПК-1	37
2	Основные гипотезы и допущения.	ОПК-1	37
3	Принцип независимости действия сил.	ОПК-1	37
4	Гипотеза плоских сечений.	ОПК-1	37
5	Физические свойства материала.	ОПК-1	37
6	Поведение конструкций при нагрузке; понятие о разрушении конструкций.	ОПК-1	37
7	Расчетная схема конструкций; ее отличия от реального объекта.	ОПК-1	37
8	Сущность метода сечений.	ОПК-1	37
9	Внутренние силовые факторы в сечении стержня.	ОПК-1	37
10	Простые виды нагружения стержней.	ОПК-1	37
11	Понятие о напряжениях в точке. Нормальные и касательные напряжения.	ОПК-1	37
12	Различие между перемещением и деформацией. Элементарные деформации.	ОПК-1	37
13	Упругость и пластичность. Закон Гука.	ОПК-1	37
14	Напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении-сжатии.	ОПК-1	37
15	Деформации в поперечном сечении стержня при растяжении-сжатии.	ОПК-1	37
16	Коэффициент Пуассона.	ОПК-1	37
17	Диаграммы деформирования пластичных и хрупких материалов при растяжении и сжатии.	ОПК-1	37
18	Основные механические характеристики материалов.	ОПК-1	37
19	Коэффициенты запаса.	ОПК-1	37
20	Допускаемое напряжение.	ОПК-1	37
21	Условие прочности при растяжении (сжатии).	ОПК-1	У6
22	Статические моменты площади сечения.	ОПК-1	37
23	Понятие об осевых и центробежном моментах инерции сечения.	ОПК-1	37
24	Понятие о полярном моменте инерции.	ОПК-1	37
25	Моменты инерции простейших фигур: прямоугольник, круг.	ОПК-1	37
26	Полярный момент сопротивления.	ОПК-1	37
27	Осевые моменты сопротивления.	ОПК-1	37
28	Главные центральные оси сечения.	ОПК-1	37
29	Главные моменты инерции.	ОПК-1	37
30	Определение положения главных осей.	ОПК-1	37
31	Понятие о чистом сдвиге. Закон парности касательных напряжений.	ОПК-1	37
32	Закон Гука при чистом сдвиге	ОПК-1	37
33	Гипотезы, принимаемые при кручении стержня круглого поперечного сечения	ОПК-1	37

34	Касательные напряжения при кручении стержня круглого поперечного сечения.	ОПК-1	37
35	Условие прочности при кручении.	ОПК-1	У6
36	Условие жесткости при кручении.	ОПК-1	У6
37	Изгиб. Внутренние силовые факторы.	ОПК-1	У6
38	Дифференциальные зависимости Журавского между q , Q и M .	ОПК-1	У6
39	Нормальные напряжения при поперечном изгибе и их распределение по сечению.	ОПК-1	37
40	Касательные напряжения при поперечном изгибе балок и их влияние на прочность.	ОПК-1	37

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрен

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

Не предусмотрен

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Величины, служащие мерой механического действия одного материального тела на другое, называются ...	ОПК-1	37
2	Составляющая вектора полного напряжения p , действующего в исследуемом сечении тела, определяемая проекцией p на нормаль к плоскости этого сечения, называется ...	ОПК-1	37
3	Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется ...	ОПК-1	37
4	Основными видами испытаний материалов являются ...	ОПК-1	37
5	Проекция главного вектора R внутренних сил на ось (X или Y), лежащую в плоскости сечения, называется ...	ОПК-1	37
6	Внешние силы, действующие на элемент конструкции, подразделяют на ...	ОПК-1	37
7	Способность твердого тела (конструкции) сохранять свое состояние (равновесия или движения) при внешних воздействиях называется ...	ОПК-1	37
8	Отсутствие отказов, связанных с разрушением или недопустимыми деформациями элементов конструкций, называют ...	ОПК-1	37
9	Принцип, утверждающий, что при упругих деформациях в большинстве случаев перемещения, возникающие в конструкции, малы и форма конструкции при этом изменяется незначительно, называется ...	ОПК-1	37
10	Деформации (линейные ϵ и угловые γ) считаются практически малыми, если они не превосходят ...	ОПК-1	37
11	Центральным растяжением (сжатием) называется вид деформации, при котором ...	ОПК-1	37
12	Нормальные напряжения в поперечных сечениях центрально-растянутого или центрально-сжатого бруса вычисляются по формуле ...	ОПК-1	37
13	Эпюра продольных сил N верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
14	Эпюра нормальных напряжений σ верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
15	Нормальные напряжения на наклонных площадках центрально-растянутого (сжатого) бруса вычисляются по формуле ...	ОПК-1	37

16	Максимальные касательные напряжения в сечениях центрально-растянутого (сжатого) бруса вычисляются по формуле ...	ОПК-1	37
17	Жесткостью поперечного сечения при растяжении (сжатии) называется произведение ...	ОПК-1	37
18	Относительная продольная деформация ϵ измеряется в ...	ОПК-1	37
19	Модуль упругости материала E характеризует ...	ОПК-1	37
20	Относительная продольная деформация определяется по формуле ...	ОПК-1	37
21	Абсолютная продольная деформация определяется по формуле ...	ОПК-1	37
22	На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали точкой A отмечен ...	ОПК-1	37
23	На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали участок 0-1 называется ...	ОПК-1	37
24	На диаграмме растяжения малоуглеродистой стали по оси ϵ отмечена деформация $1-1'$ – ...	ОПК-1	37
25	На рисунке штриховой линией изображена ...	ОПК-1	37
26	Геометрическая характеристика, определяемая интегралом $S_x = \int_A y dA$, называется ...	ОПК-1	37
27	Геометрическая характеристика, определяемая интегралом $I_y = \int_A x^2 dA$, называется ...	ОПК-1	37
28	Геометрическая характеристика, определяемая интегралом $I_{xy} = \int_A xy dA$, называется ...	ОПК-1	37
29	Геометрическая характеристика, определяемая интегралом $I_p = \int_A \rho^2 dA$, называется ...	ОПК-1	37
30	Осевой момент инерции прямоугольного сечения, если размер h перпендикулярен оси X , определяется по формуле ...	ОПК-1	37
31	Осевой момент инерции круглого сечения определяется по формуле ...	ОПК-1	37
32	Полярный момент инерции круглого сечения определяется по формуле ...	ОПК-1	37
33	Геометрическая характеристика W_x – это ...	ОПК-1	37
34	Геометрическая характеристика W_p – это ...	ОПК-1	37
35	Полярный момент сопротивления круглого сечения при кручении определяется по формуле ...	ОПК-1	37
36	Момент сопротивления кольцевого сечения при изгибе определяют по формуле ...	ОПК-1	37
37	На рисунке представлено ... напряженное состояние	ОПК-1	37
38	Максимальные и минимальные напряжения на главных площадках при плоском напряженном состоянии определяют по формуле ...	ОПК-1	37
39	Площадка сдвига наклонена к главной площадке под углом ...	ОПК-1	37
40	Экстремальные значения касательных напряжений на площадках сдвига определяют по формуле ...	ОПК-1	37
41	Между тремя упругими постоянными E , ν , G существует зависимость ...	ОПК-1	37
42	При чистом сдвиге в поперечном сечении возникают только ...	ОПК-1	37

43	При сдвиге в поперечных сечениях бруса возникает ...	ОПК-1	37
44	Закон Гука при сдвиге записывается в виде ...	ОПК-1	37
45	Произведение $G \cdot A$ называется ...	ОПК-1	37
46	Модуль упругости материала G характеризует ...	ОПК-1	37
47	Условие прочности при срезе записывается в виде ...	ОПК-1	37
48	Кручением называют такой вид нагружения вала, при котором...	ОПК-1	37
49	Для крутящих моментов принято правило знаков, представленное на рисунке ...	ОПК-1	У6
50	В поперечном сечении круглого бруса при кручении возникают ... напряжения	ОПК-1	У6
51	Верна эпюра касательных напряжений τ , представленная на рисунке ...	ОПК-1	У6
52	Касательные напряжения τ при кручении вала на любом удалении от центральной продольной оси определяются по формуле ...	ОПК-1	37
53	Наиболее нагруженные точки при кручении находятся ...	ОПК-1	37
54	Максимальные касательные напряжения при кручении определяются по формуле ...	ОПК-1	37
55	Диаметр вала при кручении, исходя из расчета на прочность, определяется по формуле ...	ОПК-1	37
56	Напряжённое состояние в точке К представлено на рисунке ...	ОПК-1	37
57	Максимальный прогиб балки $y_{\max}$, если её длина l и сторона квадратного сечения a уменьшатся вдвое, увеличится в...	ОПК-1	37
58	Эпюра поперечных сил Q верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
59	Эпюра изгибающих моментов M верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
60	Если размеры поперечного сечения при изгибе прямоугольной балки удвоить, то напряжение $\sigma_{\max}$ уменьшится в ...	ОПК-1	37
61	Эпюра касательных напряжений τ от поперечной силы Q верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
62	Эпюра нормальных напряжений σ от изгибающего момента M верна на рисунке ...	ОПК-1	У6
63	Формула Журавского для определения касательных напряжений в поперечном сечении при изгибе записывается в виде ...	ОПК-1	37
64	Для определения прогиба в месте приложения силы F методом начальных параметров для данной балки необходимо найти ...	ОПК-1	37
65	Угол поворота θ больше в сечении ...	ОПК-1	37
66	Если ширина прямоугольного сечения b уменьшится вдвое, то прогиб свободного конца балки ...	ОПК-1	37
67	Конструкция, у которой число неизвестных реакций или внутренних сил больше уравнений статики называют ...	ОПК-1	37
68	Степень статической неопределимости балки, показанной на рисунке равна ...	ОПК-1	37
69	Уравнение перемещений для системы, один раз статически неопределимой, записывается в виде ...	ОПК-1	37
70	Из приведенных коэффициентов уравнения перемещений метода сил всегда положителен ...	ОПК-1	37
71	Основная система с приложенными внешними силами и «лишними» неизвестными называется ...	ОПК-1	37
72	Динамическая проверка правильности нахождения «лишних» неизвестных выполняется «перемножением» единичных эпюр	ОПК-1	37

	на ...		
73	Из указанных коэффициентов канонического уравнения метода сил главный - ...	ОПК-1	37
74	Геометрический смысл канонических уравнений метода сил состоит в том, что перемещения по направлению отброшенных связей ...	ОПК-1	37
75	Изгибающая сила при косом изгибе ...	ОПК-1	37
76	В плоскости сечения при косом изгибе нулевой называется	ОПК-1	37
77	Нулевая линия при косом изгибе проходит ...	ОПК-1	37
78	Полный прогиб при косом изгибе направлен ...	ОПК-1	37
79	Косой изгиб является совокупностью следующих видов нагружения:	ОПК-1	37
80	При внецентренном растяжении напряжения во всех точках поперечного сечения имеют один знак ...	ОПК-1	37
81	При изгибе с кручением возникают ... напряжения	ОПК-1	37
82	При расчете на изгиб с кручением пластичного материала применяют ...	ОПК-1	37
83	Полный прогиб при косом изгибе определяется по формуле ...	ОПК-1	37
84	Нулевая линия при внецентренном растяжении проходит ...	ОПК-1	37
85	Выражение эквивалентного напряжения $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ относится к	ОПК-1	37
86	Формула эквивалентного момента $M_{\text{экв}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75T^2}$ основана на ... теории прочности	ОПК-1	37
87	Критической при продольном сжатии стержней называется ...	ОПК-1	37
88	Критическое напряжение с увеличением гибкости стержня ...	ОПК-1	37
89	Величина критического сжимающего напряжения определяется по формуле ...	ОПК-1	37
90	Выражение $\lambda = \frac{\mu \cdot \ell}{i_{\min}}$ при продольном изгибе стержня называется ...	ОПК-1	37
91	При расчетах на устойчивость продольно сжатых стержней из малоуглеродистой стали формулой Ясинского можно пользоваться в случае ...	ОПК-1	37
92	Коэффициент μ в формуле Эйлера для расчета критической силы называется ...	ОПК-1	37
93	Приведенный на рисунке график критического напряжения относится к стержням ...	ОПК-1	37
94	Для заданной схемы нагружения коэффициент приведения длины ...	ОПК-1	37
95	Процесс постепенного развития трещин от действия циклической нагрузки, приводящий к разрушению материала, называют ...	ОПК-1	37
96	Укажите правильное выражение для коэффициента асимметрии напряжений цикла	ОПК-1	37
97	Укажите правильное выражение для среднего значения напряжения цикла	ОПК-1	37
98	Укажите правильное выражение для амплитуды напряжений цикла	ОПК-1	37
99	Амплитуда напряжений цикла σ_α равна ...	ОПК-1	37

100	Динамическое напряжение σ_d вычисляется по формуле ...	ОПК-1	37
-----	---	-------	----

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Чем отличается механические свойства древесины вдоль и поперек волокон?	ОПК-1	37
2	Чем отличаются механические свойства при сжатии стали и чугуна?	ОПК-1	37
3	Из каких условий выбираются размеры образца?	ОПК-1	37
4	Что называется пределом пропорциональности материала?	ОПК-1	37
5	Что называется пределом упругости материала?	ОПК-1	37
6	Что называется пределом текучести материала?	ОПК-1	37
7	Что называется временным сопротивлением (пределом прочности) материала?	ОПК-1	37
8	Из каких частей складывается текущее полное удлинение образца?	ОПК-1	37
9	Чем отличается истинная диаграмма растяжения образца (из малоуглеродистой стали) от условной и почему?	ОПК-1	37
10	Как формулируется закон Гука при растяжении (сжатии)?	ОПК-1	37
11	Что называют модулем упругости и каков его физический смысл при растяжении?	ОПК-1	37
12	Что называют коэффициентом поперечной деформации (коэффициента Пуассона) и какова его величина для металлов?	ОПК-1	37
13	Что называется жесткостью при растяжении (сжатии) бруса?	ОПК-1	37
14	Что называется пределом прочности при срезе?	ОПК-1	37
15	Какие виды деформации испытывает материал образца при срезе?	ОПК-1	37
16	Какое свойство материалов характеризует модуль сдвига?	ОПК-2	37
17	Какой вид нагружения называют кручением?	ОПК-1	37
18	Что называется полярным моментом инерции поперечного сечения бруса относительно его центра?	ОПК-1	37
19	Что называется полярным моментом сопротивления сечения и чему он равен для круга и кольца?	ОПК-1	37
20	Какой вид нагружения называется изгибом?	ОПК-1	37
21	Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?	ОПК-1	37
22	Какие типы опор применяют для закрепления балок к основанию?	ОПК-1	37
23	Что называется прогибом и углом поворота поперечных сечений при изгибе?	ОПК-1	37
24	От каких факторов зависит прогиб балки?	ОПК-1	37
25	Что такое момент инерции сечения?	ОПК-1	37
26	Что такое момент сопротивления сечения?	ОПК-1	37
27	Что называется центром изгиба?	ОПК-1	37
28	Где размещаются центр изгиба двутаврового и прямоугольного сечений?	ОПК-1	37
29	Какая система называется статически неопределимой?	ОПК-1	37
30	Чему равна степень статической неопределимости системы?	ОПК-1	37
31	Какой вид нагружения называется косым изгибом?	ОПК-1	37
32	Сочетание каких видов изгиба является косой изгиб?	ОПК-1	37

33	Как определяется величина напряжений при косом изгибе?	ОПК-1	37
34	Как определяется величина прогиба при косом изгибе?	ОПК-1	37
35	В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?	ОПК-1	37
36	Что называется критической силой?	ОПК-1	37
37	Что называется гибкостью стержня?	ОПК-1	37
38	По каким формулам определяется величина критической силы?	ОПК-1	37
39	Что называют ударом?	ОПК-1	37
40	Что называется удельной ударной вязкостью?	ОПК-1	37

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Для заданной схемы стержня построить эпюры продольных сил.	ОПК-1	У6
2	Для поперечного сечения, требуется найти значения осевых и центробежных моментов инерции.	ОПК-1	У6
3	Для заданной схемы вала построить эпюры крутящих моментов.	ОПК-1	У6
4	Для заданной схемы балки требуется построить эпюры поперечных сил Q .	ОПК-1	У6
5	Для заданной схемы балки требуется построить эпюры изгибающих моментов M .	ОПК-1	У6
6	Для заданной схемы балки построить упругую линию балки с помощью метода начальных параметров.	ОПК-1	У6
7	Для заданной схемы стержня требуется: а) подобрать размеры поперечного сечения; б) найти критическую силу.	ОПК-1	37
8	Для заданной схемы балки требуется найти наибольшее динамическое напряжение и динамический прогиб в поперечном сечении балки под грузом.	ОПК-1	37

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ

Не предусмотрены

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрена

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности					
Индикаторы достижения компетенции ОПК-1		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
39	Основные законы и понятия, применяемые в сопротивлении материалов; особенности поведения различных материалов при действии на них нагрузок; основные методы расчёта элементов конструкций на прочность и жесткость; основные тен-	1,2,4,5,7-12, 14,15,17,18, 23-30,32, 33,35-40	2,7,8	1-20, 22-34, 39,40	

	денции развития науки о сопротивлении материалов				
У8	Составлять математическую модель изучаемого процесса, а также подбирать типовые методы расчёта в соответствии с поставленной задачей; применять методы теоретического и экспериментального исследования для решения производственных задач, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности	3,13,16	1,3-6	21, 35-38	
Н8	В построении математических моделей типовых профессиональных задач; в работе с прикладными программными пакетами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и комплексов; в работе с технической литературой и справочными материалами	6,19-22, 31,34	—	—	

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности				
Индикаторы достижения компетенции ОПК-1		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
39	Основные законы и понятия, применяемые в сопротивлении материалов; особенности поведения различных материалов при действии на них нагрузок; основные методы расчёта элементов конструкций на прочность и жесткость; основные тенденции развития науки о сопротивлении материалов	1-12, 15-48, 52-57,60, 63-100	1-40	7,8
У8	Составлять математическую модель изучаемого процесса, а также подбирать типовые методы расчёта в соответствии с поставленной задачей; применять методы теоретического и экспериментального исследования для решения производственных задач, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности	13,14, 49-51,58, 59,61,62	—	1-6
Н8	В построении математических моделей типовых профессиональных задач; в работе с прикладными программными пакетами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и комплексов; в работе с технической литературой и справочными материалами	—	—	—

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1	Беляев А. Н. Сопротивление материалов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / А. Н. Беляев, В. В. Шередкин; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013 - 560 с. [ЦИТ 9440] [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf .	Учебное	Основная
2	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум : учебное пособие [для студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, "Агроинженерия" и для специальности "Наземные транспортно-технологические средства"] / [А. Н. Беляев и др.]; Воронежский государственный аграрный университет - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3341 Кб). - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m151624.pdf .	Учебное	Основная
3	Степин П. А. Сопротивление материалов [электронный ресурс]: учебник / П. А. Степин – Москва: Лань, 2022 – 320 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] URL: https://e.lanbook.com/img/cover/book/210815.jpg .	Учебное	Основная
4	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: тестовые задания: учебно-методическое пособие для студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям 35.03.06 "Агроинженерия", 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / Воронежский государственный аграрный университет; [сост.: А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2023 [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b172438.pdf .	Учебное	Дополнительная
5	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Воронежский государственный аграрный университет; [сост.: А. Н. Беляев, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2023 [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b172435.pdf .	Учебное	Дополнительная
6	Беляев А.Н. Сопротивление материалов: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроинженер. специальностям / А.Н. Беляев, Е.М. Попов; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Б.и., 2003 - 223с. [ЦИТ 2243]	Учебное	Дополнительная
7	Беляев А. Н. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по	Учебное	Дополнительная

	направлению "Агроинженерия" / А. Н. Беляев; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 2009 - 154 с. [ЦИТ 3908] [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf .		
8	Кудрявцев С. Г. Сопротивление материалов: интернет-тестирование базовых знаний: учебное пособие / С. Г. Кудрявцев, В. Н. Сердюков - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - 176 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] URL: https://e.lanbook.com/img/cover/book/211139.jpg .	Учебное	Дополнительная
9	Межецкий Г.Д. Сопротивление материалов [электронный ресурс] / Г.Д. Межецкий - Москва: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2016 - 432 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: http://new.znanium.com/go.php?id=414836 .	Учебное	Дополнительная
10	Сопротивление материалов: Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям и специальностям высш. проф. образования в области техники ... / А. С. Вольмир [и др.] - М.: Дрофа, 2004 - 352 с.	Учебное	Дополнительная
11	Растяжение-сжатие [Электронный ресурс]: методические указания по решению задач в курсе "Сопротивление материалов": для студентов очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 - "Агроинженерия", 23.03.03 - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / Воронежский государственный аграрный университет ; [разраб. : А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов]. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2020. [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155148.pdf .	Методическое	
12	Расчет геометрических характеристик плоских поперечных сечений [Электронный ресурс] : методические указания по решению задач в курсе "Сопротивление материалов" : для студентов очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 - "Агроинженерия", 23.03.03 - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / Воронежский государственный аграрный университет ; [разраб. : А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов]. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2020. [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155149.pdf .	Методическое	

13	Изгиб с кручением [Электронный ресурс] : методические указания по решению задач в курсе "Сопротивление материалов" : для студентов очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 - "Агроинженерия", 23.03.03 - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / Воронежский государственный аграрный университет ; [разраб. : А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов]. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2020 . [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155150.pdf .	Методическое	
14	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-	Периодическое	

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	https://e.lanbook.com
2	ZNANIUM.COM	http://znanium.com/
3	ЮРАЙТ	http://www.biblio-online.ru/
4	IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
5	E-library	https://elibrary.ru/
6	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Размещение
1	Единая межведомственная информационно-статистическая система	https://fedstat.ru/
2	Портал открытых данных РФ	https://data.gov.ru/
3	Аграрная российская информационная система.	http://www.aris.ru/
4	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
2	Российское хозяйство. Сельхозтехника.	http://rushoz.ru/selhoztehnika/
3	TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники	http://techserver.ru/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13
Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презен-	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13

тационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, лабораторное оборудование: пресс для испытания на сжатие и скалывание деревянных образцов с приспособлением для испытаний на растяжение, испытательная машина для изучения диаграммы растяжения малоуглеродистой стали, пресс гидравлический Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, виртуальная лаборатория Сопротивление материалов, лабораторное оборудование: шкафы, пресс для испытания на сжатие стали, чугуна с приспособлением для испытаний на растяжение, универсальная испытательная машина для определения коэффициента Пуассона, модуля упругости, определения нормальных напряжений при поперечном изгибе балок, машина универсальная Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, лабораторное оборудование Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, Kompas 3D, APM WinMachine Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.161 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.162 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.163 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.104 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.219 (с 16 до 20 ч.) 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.321 (с 16 до 20 ч.)
---	--

MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а
---	--

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Виртуальная лаборатория по сопромату Colambus	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Виртуальная лаборатория Сопротивление материалов	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программа расчета и проектирования APM WinMachine	ПК , ауд 20 (К2), ауд. 104, 321 (К3)
4	Система компьютерной алгебры Mathcad	ПК в локальной сети ВГАУ

8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподается дисциплина	ФИО заведующего кафедрой
Б1.О.12 Математика	Математики и физики	Шишкина Л.А.
Б1.О.13 Физика	Математики и физики	Шишкина Л.А.
Б1.О.19 Теоретическая механика	Математики и физики	Шишкина Л.А.

Приложение 1
Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесенных изменениях

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики	28.05.2024	Нет Рабочая программа актуализирована на 2024-2025 учебный год	-
Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики	30.05.2025	Нет Рабочая программа актуализирована на 2025-2026 учебный год	-
Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики	04.06.2026	Нет Рабочая программа актуализирована на 2026-2027 учебный год	-