

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан агроинженерного факультета
Оробинский В.И.

«30» августа 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.03.03 Сопротивление материалов**

для направления 35.03.06 Агроинженерия, профиль «Технические системы в агробизнесе» –
прикладной бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Факультет агроинженерный

Кафедра прикладной механики

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

к.т.н., доцент Василенко С.В.

к.т.н., доцент Зобов С.Ю.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 года № 1172 и зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 12 ноября 2015 г, регистрационный номер №39687.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры прикладной механики (протокол № 010118-01 от 30 августа 2017 года).

Заведующий кафедрой  **Беляев А.Н.**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 1 от 30 августа 2017 года).

Председатель методической комиссии  **Костиков О.М.**

1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- инженерные расчеты на прочность и жесткость стержневых систем, работающих на растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб;
- методы испытаний по определению характеристик прочности, пластичности и упругости материалов;
- основы экспериментального исследования механического поведения материалов и элементов конструкций;
- основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела;
- классические теории прочности и пластичности материалов;
- расчеты на прочность и жесткость при сложном сопротивлении элементов конструкций;
- расчеты на устойчивость сжатых стержней;
- расчеты на прочность и жесткость при динамическом и циклическом характере нагружения изделий.

Цель изучения дисциплины: научить студентов простым приемам расчета на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость типовых, наиболее часто встречающихся, элементов конструкций, машин и сооружений для выбора их рациональных размеров, материалов и форм поперечных сечений для обеспечения работоспособности и максимальной экономии, а также умению оценить практическую пригодность рассматриваемой конструкции.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение механических характеристик конструкционных материалов;
- освоение методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость типовых деталей и простейших систем при действии статических и динамических нагрузок;
- ознакомление с основами теории напряженно-деформированного состояния и теориями прочности;
- подготовка студента к изучению специальных курсов по проектированию конструкций машин и сооружений.

Место дисциплины в структуре образовательной программы. Дисциплина Б1.В.03.03 «Сопротивление материалов» относится к дисциплинам вариативной части блока «Дисциплины». Она является основой для изучения таких дисциплин как «Детали машин и основы конструирования» и «Надежность и ремонт машин».

Данная дисциплина относится к дисциплинам вариативной части блока «Дисциплины».

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

| Компетенция | | Планируемые результаты обучения |
|-------------|---|---|
| Код | Название | |
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-4 | способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена | <ul style="list-style-type: none"> - знать: физические основы механики; методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость типовых упругодеформированных деталей при статических и динамических нагрузках; основы теории напряженно-деформированного состояния и теорий прочности конструкционных материалов; основные прикладные программные средства и профессиональные базы данных; - уметь: оценивать и определять внутренние силовые факторы при различных случаях нагружения стержня и изображать их с помощью эпюр; |

| 1 | 2 | 3 |
|-------|--|---|
| | | - иметь навыки и/или опыт деятельности: в построении математических моделей типовых профессиональных задач; выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов. |
| ОПК-5 | способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали | - знать: физические основы механики; строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий; - уметь: оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; - иметь навыки и/или опыт деятельности: по выбору конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов. |
| ПК-4 | способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования | - знать: отечественные и зарубежные источники формирования информационной базы; - уметь: анализировать и представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления, доклада, информационного обзора, аналитического отчета, статьи; - иметь навыки и/или опыт деятельности: в подготовке и оформлении информационно-аналитических обзоров и отчетов, расчетов и проектов как отдельных деталей, так и сборочных узлов и конструкций. |

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Виды работ | Очная форма обучения | | | Заочная форма обучения |
|--|----------------------|-------------|-----------|------------------------|
| | всего зач.ед./ часов | объем часов | | всего часов 3 курс |
| | | 3 семестр | 4 семестр | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 5/180 | 72 | 108 | 5/180 |
| Общая контактная работа* | 107,9 | 41 | 66,9 | 28,75 |
| Общая самостоятельная работа (по учебному плану) | 72,1 | 31 | 41,1 | 151,25 |
| Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч. | 107 | 40,5 | 66,5 | 28,5 |
| лекции | 48 | 14 | 34 | 12 |
| практические занятия | 12 | 12 | | |
| лабораторные работы | 46 | 14 | 32 | 16 |
| групповые консультации | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------------|---------|-----------------|---------|
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий *** | 38 | 9,5 | 28,5 | 133,5 |
| Контактная работа текущего контроля, в т.ч. | 0,5 | 0,25 | 0,25 | |
| защита контрольной работы | | | | |
| защита расчетно-графической работы | 0,5 | 0,25 | 0,25 | |
| Самостоятельная работа текущего контроля, в т.ч. | 7,5 | 3,75 | 3,75 | |
| выполнение контрольной работы | | | | |
| выполнение расчетно-графической работы | 7,5 | 3,75 | 3,75 | |
| Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. | 0,4 | 0,25 | 0,15 | 0,15 |
| курсовая работа | | | | |
| курсовой проект | | | | |
| зачет | 0,15 | | 0,15 | 0,15 |
| экзамен | 0,25 | 0,25 | | |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. | 26,6 | 17,75 | 8,85 | 17,75 |
| выполнение курсового проекта | | | | |
| выполнение курсовой работы | | | | |
| подготовка к зачету | 8,85 | | 8,85 | |
| подготовка к экзамену | 17,75 | 17,75 | | 17,75 |
| Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен, курсовой проект (работа)) | экзамен, зачет с оценкой | экзамен | зачет с оценкой | экзамен |

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план)

| № п/ | Раздел дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СР |
|----------------------|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| очная форма обучения | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений. | 2 | — | 1 | — |
| 2 | Раздел 2. Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость. | 4 | 4 | 5 | — |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|--|-----|----|----|----|
| 3 | Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. | 2 | 2 | — | — |
| 4 | Раздел 4. Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость. | 4 | — | 8 | — |
| 5 | Раздел 5. Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений. | 8 | 6 | 12 | 3 |
| 6 | Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем. | 2 | — | 8 | 8 |
| 7 | Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния. | 2 | — | — | 5 |
| 8 | Раздел 8. Теории предельных состояний. Теории прочности. | 2 | — | — | 2 |
| 9 | Раздел 9. Сложное сопротивление бруса. | 4 | — | 6 | 7 |
| 10 | Раздел 10. Устойчивость сжатых стержней. | 4 | — | 4 | 3 |
| 11 | Раздел 11. Учет сил инерции при расчетах на прочность и жесткость. | 2 | — | — | 2 |
| 12 | Раздел 12. Удар | 2 | — | 2 | 3 |
| 13 | Раздел 13. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях | 438 | — | — | 2 |
| 14 | Раздел 14. Расчет безмоментных оболочек вращения | 2 | — | — | 1 |
| 15 | Раздел 15. Расчет конструкций, работающих за пределами упругости | 2 | — | — | 1 |
| 16 | Раздел 16. Современные методы расчетов с применением ЭВМ. | 2 | — | — | 1 |
| Всего | | 48 | 12 | 46 | 38 |
| заочная форма обучения | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений. | 1 | — | — | 5 |
| 2 | Раздел 2. Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость. | 1 | — | 6 | 8 |
| 3 | Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. | — | — | — | 10 |
| 4 | Раздел 4. Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость. | 2 | — | 2 | 10 |
| 5 | Раздел 5. Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений. | 4 | — | 2 | 10 |
| 6 | Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем. | — | — | — | 10 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|---|----|---|----|-------|
| 7 | Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния. | — | — | — | 7 |
| 8 | Раздел 8. Теории предельных состояний. Теории прочности. | — | — | — | 8 |
| 9 | Раздел 9. Сложное сопротивление бруса. | 2 | — | 2 | 10 |
| 10 | Раздел 10. Устойчивость сжатых стержней. | 1 | — | 2 | 10 |
| 11 | Раздел 11. Учет сил инерции при расчетах на прочность и жесткость. | — | — | — | 6 |
| 12 | Раздел 12. Удар | 1 | — | 2 | 7,5 |
| 13 | Раздел 13. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях | — | — | — | 8 |
| 14 | Раздел 14. Расчет безмоментных оболочек вращения | — | — | — | 8 |
| 15 | Раздел 15. Расчет конструкций, работающих за пределами упругости | — | — | — | 8 |
| 16 | Раздел 16. Современные методы расчетов с применением ЭВМ. | — | — | — | 8 |
| Всего | | 12 | — | 16 | 133,5 |

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений

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

Раздел 2. Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость

2.1. 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.

2.2. Напряженное состояние при растяжении - сжатии. Потенциальная энергия растянутого бруса.

2.3. Расчет статически неопределимых систем (СНС) при растяжении - сжатии. Уравнения совместности деформаций. Расчет СНС при действии силовой, температурной нагрузок и при наличии монтажных напряжений.

2.4. 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 характери-

стики 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 бруса

3.1. 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.

3.2. Формулы преобразования для моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные осевые моменты инерции сечений.

Раздел 4. Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость

4.1. 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.

4.2. Напряженное состояние при чистом сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Связь между упругими характеристиками изотропных конструкционных материалов.

4.4. Расчет заклепочных и сварных соединений.

4.4. 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.

4.5. Кручение брусьев с некруглым поперечным сечением. Кручение бруса с прямоугольным поперечным сечением. Мембранная аналогия. Свободное кручение тонкостенных брусьев с замкнутым и незамкнутым профилем.

4.6. Расчет статически неопределимых систем при кручении.

4.7. Расчет винтовых пружин.

Раздел 5. Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность.

Определение перемещений

5.1. Чистый и поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы: поперечная сила Q и изгибающий момент M .

5.2. Определение M и Q и построение их эпюр. Дифференциальные зависимости между q , Q и M .

5.3. 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.

5.4. Поперечный изгиб. Нормальные напряжения при поперечном изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского. Расчеты на прочность при поперечном изгибе балок, рам и брусьев малой кривизны.

5.5. 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.

5.6. Энергетические методы расчета перемещений. Теорема Кастилиано; определение с ее помощью перемещений в стержневых системах. Теорема о взаимности работ и перемещений.

5.7. Потенциальная энергия бруса при его произвольном нагружении. Интеграл Мора. Правило Верещагина для вычисления интеграла Мора. Расчеты перемещений в стержневых системах с помощью интеграла Мора. Расчет балок и рам.

5.8. Брус малой кривизны. Расчет на прочность и жесткость.

Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем

6.1. Степень статической неопределимости. Связи и их конструктивное решение. Связи внутренние и внешние. Внешняя и внутренняя статическая неопределимость.

6.2. 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.

6.3. Использование свойств симметрии конструкции и нагрузки при расчете статически неопределимых систем. Примеры расчета.

Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния

7.1. Напряженное состояние в точке. Главные площадки, главные напряжения, главные оси напряженного состояния. Виды напряженного состояния.

7.2. Круг Мора или круг напряжений. Его применение для анализа напряженного состояния. Максимальные касательные напряжения.

7.3. Деформированное состояние в точке. Линейные и угловые малые деформации. Главные оси и главные деформации. Объемная деформация.

7.4. 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

8.1. Механическое состояние материала. Виды предельных состояний. Коэффициент запаса. Эквивалентное напряженное состояние. Эквивалентное напряжение.

8.2. 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

9.1. Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии. Определение перемещений. Условия прочности и жесткости. Расчет на прочность и жесткость.

9.2. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений и положения нейтральной линии. Ядро сечения. Условие прочности. Расчет на прочность.

9.3. 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.

9.4. Общий случай нагружения бруса. Расчет на прочность. Расчет пространственного ломаного бруса.

9.5. Брус большой кривизны. Расчет напряжений.

9.6. Понятие о контактной прочности деталей машин.

Раздел 10. Устойчивость равновесия деформируемых тел

10.1. Понятие об устойчивости в инженерных конструкциях. Виды потери устойчивости. Критическая нагрузка. Продольный изгиб.

10.2. 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.

- 10.3. Потеря устойчивости за пределами упругих деформаций. Формула Ясинского.
- 10.4. График критических напряжений.
- 10.5. Сведения о расчете на устойчивость при других видах нагружения бруса: устойчивость плоской формы изгиба, устойчивость кручения. Продольно-поперечный изгиб.

Раздел 11. Учет сил инерции при расчетах на прочность и жесткость

- 11.1. Применение принципа Даламбера.
- 11.2. Сила инерции при поступательном движении. Коэффициент динамичности.
- 11.3. Сила инерции при вращательном движении. Коэффициент динамичности.
- 11.4. Примеры расчетов на прочность и жесткость с учетом силы инерции.

Раздел 12. Удар

- 12.1. Элементарная теория удара и область ее применения. Коэффициент динамической нагрузки.
- 12.2. Механические свойства конструкционных материалов при ударном нагружении. Вязкость и экспериментальный способ ее определения. Примеры расчета на прочность и жесткость при ударе.

Раздел 13. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях

- 13.1. Виды повторно-переменных нагрузок. Механизм усталостной прочности материалов.
- 13.2. Циклы нагружения, их классификация и параметры. Экспериментальное исследование усталостной прочности. Усталостная кривая. Предел выносливости.
- 13.3. Влияние различных факторов на усталостную прочность материалов. Предел усталости и его определение.
- 13.4. Диаграмма усталостной прочности. Коэффициент запаса усталостной прочности. Расчеты на усталостную прочность. Эффективный коэффициент концентрации напряжений. Влияние состояния поверхности. Масштабный фактор.
- 13.5. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.

Раздел 14. Расчет безмоментных оболочек вращения

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

Раздел 15. Расчет конструкций, работающих за пределами упругости

- 15.1. Расчет по предельной нагрузке и понятие о теории пластичности. Коэффициент запаса по предельной нагрузке. Пластические свойства материалов и их схематизация.
- 15.2. Расчет по предельной нагрузке ферменных конструкций из хрупких и из пластичных материалов.
- 15.3. Упруго-пластическое растяжение, изгиб балки из пластичного материала. Кручение стержня в упруго-пластической области.

Раздел 16. Современные методы расчетов с применением ЭВМ

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

4.3. Перечень тем лекций

| № п/п | Тема лекции | Объём, ч | |
|----------|--|----------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1 | Раздел 1. Задачи и методы дисциплины «Сопротивление материалов». Основные понятия. Метод сечений. | 2 | 1 |
| 2 | Раздел 2. Расчеты на растяжение и сжатие. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Влияние силы тяжести. | 2 | 1 |
| 3 | Раздел 2. Работа внешних и внутренних сил при растяжении (сжатии). Основные характеристики механических свойств конструкционных материалов. Допускаемые напряжения. | 2 | — |
| 4 | Раздел 3. Геометрические характеристики плоских сечений. | 2 | — |
| 5 | Раздел 4. Сдвиг. Основные понятия. Расчеты на прочность и жесткость. Кручение. Основные понятия. Расчеты на прочность и жесткость. Расчет винтовых пружин. | 4 | 2 |
| 6 | Раздел 5. Изгиб. Определение внутренних силовых факторов. Дифференциальные зависимости между q , Q и M . | 2 | 1 |
| 7 | Раздел 5. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность. | 2 | 1 |
| 8 | Раздел 5. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Универсальное уравнение упругой линии балки. | 2 | 1 |
| 9 | Раздел 5. Потенциальная энергия упругой деформации стержня. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Интеграл Максвелла-Мора. | 2 | 1 |
| 10 | Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем методом сил. | 2 | — |
| 11 | Раздел 7. Теория напряженного состояния. Виды напряженного состояния. Обобщенный закон Гука. | 2 | — |
| 12 | Раздел 8. Основные теории прочности. Расчет по теориям прочности. | 2 | — |
| 13 | Раздел 9. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение или сжатие. | 4 | 2 |
| 14 | Раздел 10. Устойчивость элементов конструкций. Критическая сила, формула Эйлера и граница ее применения. Формула Ясинского. | 4 | 1 |
| 15 | Раздел 12. Динамический расчет элементов конструкций. Определение напряжений и перемещений при ударе. | 4 | 1 |
| 16 | Раздел 13. Основы расчета на прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях. | 4 | — |
| 17 | Раздел 14. Расчет безмоментных оболочек вращения. | 2 | — |
| 18 | Раздел 15. Основы расчёта конструкций, работающих за пределами упругости. | 2 | — |
| 19 | Раздел 16. Современные методы расчетов с применением ЭВМ. | 2 | — |
| Всего | | 48 | 12 |

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № п/п | Тема практического занятия | Объём, ч | |
|----------|---|----------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1 | Раздел 2. Растяжение (сжатие). Построение эпюр нормальных сил и напряжений. Определение перемещений. | 2 | — |
| 2 | Раздел 2. Расчет статически неопределимых систем при растяжении (сжатии). | 2 | — |
| 3 | Раздел 3. Определение геометрических характеристик сечений. | 2 | — |
| 4 | Раздел 4. Кручение. Эпюры Т и Θ . Расчеты на прочность и жесткость. | 2 | — |
| 5 | Раздел 5. Изгиб. Статически определимые балки и рамы. Построение эпюр Q, M и N. Подбор сечения. | 4 | — |
| 6 | Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем при изгибе. | — | — |
| 7 | Раздел 12. Расчёт на удар. | — | — |
| Всего | | 12 | — |

4.5. Перечень тем лабораторных работ

| № п/ п | Тема лабораторной работы | Объём, ч | |
|--------------|--|----------------|---------|
| | | форма обучения | |
| | | очная | заочная |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Знакомство с оборудованием и техникой безопасности. Раздел 2. Испытание на сжатие. | 2 | 2 |
| 2 | Раздел 2. Изучение диаграммы растяжения малоуглеродистой стали. | 2 | 2 |
| 3 | Раздел 2. Определение коэффициента Пуассона и модуля упругости первого рода. | 2 | 2 |
| 4 | Раздел 4. Испытание на срез. | 2 | 1 |
| 5 | Раздел 4. Испытание древесины на скалывание. | 2 | — |
| 6 | Раздел 4. Испытание на кручение. | 2 | 1 |
| 7 | Раздел 4. Испытание пружины. | 2 | — |
| 8 | Раздел 5. Определение нормальных напряжений при поперечном изгибе | 2 | 2 |
| 9 | Раздел 5. Определение прогибов и углов поворота поперечных сечений двух опорной балки при изгибе. | 4 | — |
| 10 | Раздел 5. Исследование на ЭВМ напряженного состояния статически определимой балки. | 2 | — |
| 11 | Раздел 5. Определение положения центра изгиба для балки швеллерного профиля. | 2 | — |
| 12 | Раздел 6. Определение реакции опоры в статически неопределимой балке. | 2 | — |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|--|----|----|
| 13 | Раздел 6. Исследование на ЭВМ напряженного состояния статически неопределимой балки. | 6 | — |
| 14 | Раздел 9. Определение напряжений и прогибов при косом изгибе балки, имеющей профиль равнобокого уголка. | 2 | 2 |
| 15 | Раздел 9. Исследование на ЭВМ напряженного состояния вала при изгибе с кручением. | 2 | — |
| 16 | Раздел 9. Исследование на ЭВМ напряженного состояния бруса при косом изгибе. | 2 | — |
| 17 | Раздел 10. Испытание прямолинейного стержня на устойчивость. | 4 | 2 |
| 18 | Раздел 12. Испытание на удар. | 2 | 2 |
| Всего | | 46 | 16 |

4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

1. Систематизация знаний путем проработки пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам, пособиям, специальной литературе, журнальным статьям и справочникам.

2. Изучение вопросов, не читавшихся в лекционном курсе (по рекомендации лектора).

3. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям в соответствии с предложенными контрольными вопросами через проработку теоретического материала по соответствующей теме.

4. Закрепление навыков, приобретенных в ходе лабораторных и практических занятий путем решения типовых задач.

5. Выполнение контрольных (расчетно-графических) работ.

6. Подготовка к текущему и итоговому контролю.

4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

4.6.3. Перечень тем расчетно-графических работ

| № п/п | Тема расчетно-графических работ |
|-------|--|
| 1 | Раздел 2. Расчет на прочность и жесткость при растяжении (сжатии) с учетом собственного веса. |
| 2 | Раздел 2. Расчет статически неопределимой системы при растяжении (сжатии). |
| 3 | Раздел 3. Исследование геометрических характеристик поперечных сечений бруса. |
| 4 | Раздел 5. Расчет на прочность при изгибе. |
| 5 | Раздел 5. Расчет на жесткость при изгибе. |
| 6 | Раздел 6. Расчет статически неопределимой балки. |
| 7 | Раздел 6. Расчет статически неопределимой рамы |
| 8 | Раздел 9. Расчет вала на изгиб с кручением |
| 9 | Раздел 10. Расчет стержня на устойчивость |
| 10 | Раздел 12. Расчет на удар |

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

| № п/п | Тема самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение | Объём, ч | |
|-------|---|---|----------------|---------|
| | | | форма обучения | |
| | | | очная | заочная |
| 1 | Раздел 1. Введение. Основные понятия и допущения сопромата. | 1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередькин; 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 >. | – | 5 |
| 2 | Раздел 2. Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость. | 1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередькин; 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, 2015. – 25 с.[электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98245.pdf >. | – | 8 |
| 3 | Раздел 3. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. | 1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередькин; 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, 2015.–26 с. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98243.pdf > | – | 10 |

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| 4 | <p>Раздел 4. Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость.</p> | <p>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>.</p> <p>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>.</p> | – | 10 |
| 5 | <p>Раздел 5. Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений.</p> | <p>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.175-212., 225-247. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>.</p> <p>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>.</p> | 3 | 10 |
| 6 | <p>Раздел 6. Расчет статически неопределимых систем.</p> | <p>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.268-330.. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>.</p> <p>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>.</p> | 8 | 10 |
| 7 | <p>Раздел 7. Основы теории напряженно-деформированного состояния.</p> | <p>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.331-366.[электронный ресурс]. Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf>.</p> | 6 | 7 |

| | | | | |
|----|--|--|---|----|
| 8 | Раздел 8. Теории предельных состояний. Теории прочности. | 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.370-384. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 2 | 8 |
| 9 | Раздел 9. Сложное сопротивление бруса. | 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. 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 >. Изгиб с кручением: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий; – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015. – 19 с. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98240.pdf > | 8 | 10 |
| 10 | Раздел 10. Устойчивость сжатых стержней. | 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.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 >. | 2 | 10 |
| 11 | Раздел 11. Учет сил инерции при расчетах на прочность и жесткость. | 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.446-451. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 2 | 6 |

| | | | | |
|-------|--|--|----|-------|
| 12 | Раздел 12. Удар | 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. 452-457. [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 >. | 2 | 7,5 |
| 13 | Раздел 13. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях | 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. 458-475. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 2 | 8 |
| 14 | Раздел 14. Расчет безмоментных оболочек вращения | 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.485-490. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 1 | 8 |
| 15 | Раздел 15. Расчет конструкций, работающих за пределами упругости | 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.491-509. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 1 | 8 |
| 16 | Раздел 16. Современные методы расчетов с применением ЭВМ. | 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.510-524.[электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf >. | 1 | 8 |
| Всего | | | 38 | 133,5 |

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

1. Проработка отдельных глав теоретического курса с изучением вопросов, не читавшихся в лекционном курсе, не выносившихся на лабораторные и практические занятия и не входящих в контрольные (расчетно-графические) работы (по рекомендации лектора, в том числе и с комментариями по выбору путей освоения разделов курса).

На лекциях указываются разделы тем для самостоятельного изучения, в том числе и с комментариями по выбору путей освоения этих разделов.

2. Выполнение индивидуальных расчетно-графических заданий с элементами научных исследований.

3. Выполнение индивидуальных расчетно-графических заданий с применением элементов автоматизированного проектирования.

4. Работа студентов над изучением отдельных вопросов курса на консультациях под руководством преподавателя.

5. Выполнение индивидуальных домашних заданий по некоторым разделам курса, не входящих в требуемый минимум расчетно-графических заданий.

6. Участие студентов в исследовательских и учебно-исследовательских работах кафедры. Освоение имеющихся и разработка новых компьютерных программ по расчету прочности и жесткости элементов конструкций при различных видах нагружения.

Завершается работа кратким отчетом или докладом на научной студенческой конференции (в том числе тематической).

7. Участие лучших студентов в олимпиадах по дисциплине.

Для организации самостоятельной работы и ее контроля составляется график проведения консультаций студентов.

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

| № п/п | Форма занятий | Тема занятий | Интерактивный метод | Объем, ч |
|-------|----------------------|--|------------------------------|----------|
| 1 | Лекция | Задачи и методы дисциплины «Сопротивление материалов». Основные понятия. Метод сечений. | Интерактивная лекция | 2 |
| 2 | Лекция | Расчеты на растяжение и сжатие. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Влияние силы тяжести. | Презентация | 2 |
| 3 | Лекция | Геометрические характеристики плоских сечений. | Интерактивная лекция | 2 |
| 4 | Лекция | Изгиб. Определение внутренних силовых факторов. Дифференциальные зависимости между q , Q и M . | Интерактивная лекция | 2 |
| 5 | Лекция | Основные теории прочности. Расчет по теориям прочности. | Презентация | 2 |
| 6 | Лекция | Устойчивость элементов конструкций. Критическая сила, формула Эйлера и граница ее применения. Формула Ясинского. | Презентация | 2 |
| 7 | Лабораторное занятие | Испытание образцов различных материалов на сжатие (виртуальная лабораторная работа). | Метод работы в малых группах | 2 |
| 8 | Лабораторное занятие | Изучение диаграмм растяжения металлических образцов (виртуальная лабораторная работа). | Метод проектов | 2 |
| 9 | Лабораторное занятие | Испытание стальной балки на чистый изгиб (виртуальная лабораторная работа). | Метод проектов | 2 |
| 10 | Лабораторное занятие | Испытание стальной балки на поперечный изгиб. Определение нормальных напряжений | Метод проектов | 2 |

| | | | | |
|----|----------------------|---|------------------------------|---|
| | | (виртуальная лабораторная работа). | | |
| 11 | Лабораторное занятие | Исследование на ЭВМ напряженного состояния статически определимой балки. | Метод работы в малых группах | 2 |
| 12 | Лабораторное занятие | Исследование на ЭВМ напряженного состояния статически неопределимой балки. | Метод работы в малых группах | 2 |
| 13 | Лабораторное занятие | Испытание балки прямоугольного поперечного сечения на кривой изгиб (виртуальная лабораторная работа). | Мозговой штурм | 2 |
| 14 | Лабораторное занятие | Внецентренное растяжение и сжатие стального стержня (виртуальная лабораторная работа). | Метод работы в малых группах | 2 |
| 15 | Лабораторное занятие | Исследование на ЭВМ напряженного состояния вала при изгибе с кручением. | Метод проектов | 2 |
| 16 | Лабораторное занятие | Исследование продольно-поперечного изгиба стержня большой гибкости (виртуальная лабораторная работа). | Метод работы в малых группах | 2 |

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине (в виде отдельного документа).

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| № п/п | Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания) | Кол-во экз. в библиотеке. |
|-------|---|---------------------------|
| 1. | Астанин В. В. Техническая механика: в четырех книгах. Книга вторая. Сопротивление материалов: учебное пособие. [электронный ресурс]: / Астанин В.В. - Москва: Машиностроение, 2012 [ЭИ] [ЭБС Лань] <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5800 >. | ЭИ |
| 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 >. | ЭИ |

| | | |
|----|--|-----|
| 3. | 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 >. | 211 |
| 4. | Степин П. А. Сопротивление материалов [электронный ресурс]: учебник / П. А. Степин - Москва: Лань, 2014 - 320 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3179 >. | ЭИ |

6.1.2. Дополнительная литература

| № п/п | Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания) | Кол-во экз. в библиотеке. |
|-------|---|---------------------------|
| 1. | 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, 2019 [ПТ] <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b147858.pdf > | ЭИ |
| 2. | Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 35.03.06 "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет; [сост.: А. Н. Беляев, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ] <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b147861.pdf >. | ЭИ |
| 3. | 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] | 77 |
| 4. | Беляев А. Н. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по 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 >. | 139 |
| 5. | Кудрявцев С. Г. Сопротивление материалов: интернет-тестирование базовых знаний: учебное пособие / С. Г. Кудрявцев, В. Н. Сердюков - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 176 с. <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5247 >. | ЭИ |
| 6. | 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 >. | ЭИ |
| 7. | 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. | 20 |

6.1.3. Методические издания

| № п/п | Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания) | Кол-во экз. в библиотеке. |
|-------|--|---------------------------|
| 1. | <p>Изгиб с кручением: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий: для студентов 2 курса очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия", 23.03.03 (190600.62) - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 (190109.65) - "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, 2015 - 19 с. [ЦИТ 11634] [ПТ] <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98240.pdf></p> | 149 |
| 2. | <p>Растяжение - сжатие: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий: для студентов 2 курса очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия", 23.03.03 (190600.62) - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 (190109.65) - "Наземные транспортно-технологические средства"; для студентов 2 и 3 курсов очной и заочной форм обучения факультета технологии и товароведения, обучающихся по направлению 19.03.02 (260100.62) - "Продукты питания из растительного сырья"; для студентов 2 и 3 курсов очной и заочной форм обучения факультета землеустройства и кадастров, обучающихся по направлению 20.03.02 (280100.62) - "Природообустройство и водопользование" / Воронежский государственный аграрный университет ; [разраб.: А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015 - 25 с. [ЦИТ 11636] [ПТ] <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98245.pdf>.</p> | 198 |
| 3. | <p>Расчет геометрических характеристик плоских поперечных сечений: методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий: для студентов 2 курса очной и заочной форм обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям: 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия", 23.03.03 (190600.62) - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", по специальности 23.05.01 (190109.65) - "Наземные транспортно-технологические средства"; для студентов 2 и 3 курсов очной и заочной форм обучения факультета технологии и товароведения, обучающихся по направлению 19.03.02 (260100.62) - "Продукты питания из растительного сырья"; для студентов 2 и 3 курсов очной и заочной форм обучения факультета землеустройства и кадастров, обучающихся по направлению 20.03.02 (280100.62) - "Природообустройство и водопользование" / Воронежский государственный аграрный университет ; [разраб.: А. Н. Беляев, С. В. Василенко, П. С. Востриков, С. Ю. Зобов] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015 - 26 с. [ЦИТ 11635] [ПТ] <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98243.pdf></p> | 150 |

6.1.4. Периодические издания

| № п/п | Перечень периодических изданий |
|-------|---|
| 1. | Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998- |

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

Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ (<http://library.vsau.ru/>)

| Наименование ресурса | Сведения о правообладателе | Адрес в сети Интернет |
|--|---|---|
| ЭБС «Znanium.com» | ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М» | http://znanium.com |
| ЭБС издательства «Лань» | ООО «Издательство Лань» | http://e.lanbook.com |
| ЭБС издательства «Проспект науки» | ООО «Проспект науки» | www.prospektnauki.ru |
| ЭБС «Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» | ООО «ТРАНСЛОГ» | http://rucont.ru/ |
| Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа) | Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» | http://www.cnsheb.ru/terminal/ |
| Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU | ООО «РУНЭБ» | www.elibrary.ru |
| Электронный архив журналов зарубежных издательств | НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум» | http://archive.neicon.ru/ |
| Национальная электронная библиотека | Российская государственная библиотека | https://нэб.рф/ |

Журналы

1. Журнал "Прикладная механика и техническая физика" [электронный журнал]: <http://www.sibran.ru/journals/PMiTPh/>
2. Журнал "Прикладная математика и механика" [электронный журнал]: <http://pmm.ipmnet.ru/ru/>

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

| № п/п | Вид учебного занятия | Наименование программного обеспечения | Функция программного обеспечения | | |
|-------|-------------------------|---|----------------------------------|--------------|-----------|
| | | | контроль | моделирующая | обучающая |
| 1 | Лабораторные занятия | APM WinMachine, ИСС «Кодекс»/ «Техэксперт»; Сопротивление материалов. Виртуальная лаборатория | – | + | + |
| 2 | Самостоятельные занятия | Internet Explorer | – | – | + |
| 3 | Лекции | Microsoft Office 2010 Std | – | – | + |
| 4 | Самостоятельные занятия | PC eLearning Server 4G | + | – | + |
| 5 | Промежуточный контроль | AST | + | – | – |

Вычислительная техника на кафедре механики используется как преподавателями (для контроля знаний студентов и для проверки правильности выполнения контрольных (расчетно-графических) работ на отдельных этапах расчетов), так и студентами для отработки навыков выполнения расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций.

В учебном процессе предусмотрено выполнение лабораторно-практических аудиторных работ и контрольных (расчетно-графических) работ в компьютерных классах кафедры и факультета.

На кафедре используется инструментально-экспертная Система APM WinMachine, представляющая собой энциклопедию по машиностроению, включающая инструменты и программы для автоматизированного расчета и проектирования деталей машин, механизмов, элементов конструкций и узлов. Она имеет современные графические средства, встроенные базы данных, необходимую информационную базу знаний, разветвленную систему подсказок и фундаментальный электронный учебник по основам проектирования машин. С помощью системы APM WinMachine возможна организация лабораторных, практических занятий, самостоятельной работы по курсу «Сопротивление материалов».

Для контроля знаний студентов используется автоматизированная интерактивная система АСТ-тест.

Имеется широкий набор CD и DVD дисков с демо-версиями компьютерных систем.

6.3.2. Аудио- и видео- пособия

| № | Вид пособия | Наименование |
|---|-------------|---|
| 1 | Видеофильм | Лабораторные работы (в соответствии с учебным планом) |

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов**Темы лекций**

| № п/п | Темы лекций и других видов занятий |
|-------|---|
| 1. | Лекция. Задачи и методы механики. Основные понятия и допущения механики. Метод сечений. |
| 2. | Лекция. Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость. |
| 3. | Лекция. Геометрические характеристики плоских сечений. |
| 4. | Лекция. Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. |
| 5. | Лекция. Основные теории прочности. Расчет по теориям прочности. |
| 6. | Лекция. Устойчивость сжатых стержней. |

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

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий | Перечень основного оборудования, приборов и материалов |
|-------|---|--|
| 1 | Лекционные аудитории (№109 м.к., №218 м.к., аудитории главного корпуса и модуля) | №109 м.к. и №218 м.к., а также аудитории главного корпуса и модуля, оснащенные: - видеопроекционным оборудованием для презентаций; - средствами звуковоспроизведения; - экраном; - выходом в локальную сеть и Интернет. Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин. |
| 2 | Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий (№163, аудитории м.к.) | Лаборатория сопротивления материалов №163 Пресс 10 т (ПС -10) для испытания на сжатие и скалывание деревянных образцов с приспособлением для испытаний на растяжение. Пресс 200 т для испытания на сжатие стали, чугуна с приспособлением для испытаний на растяжение. Универсальная испытательная машина УИМ-50 для определения коэффициента Пуассона, модуля упругости, определения нормальных напряжений при поперечном изгибе балки. Испытательная машина ИМ-4Р для изучения диаграммы растяжения малоуглеродистой стали Испытательная машина УМ-5 (УМ-5А) с приспособлениями для испытаний на срез, на сдвиг, на устойчивость, испытания пружины, определения перемещений при изгибе балки Установка для испытания на кручение древесины МК-30 (маятниковый копер) для испытания материалов на ударную вязкость Установка для испытаний на косоу изгиб Установка для определения реакций опор Пресс ручной гидравлический Установка для определения положения центра изгиба для балки швеллерного профиля Штангенциркули, тензометры, индикаторные головки, линейки, микрометры. Набор швеллеров, уголков, двутавров, образцов и т.д. Комплекты плакатов |

| | | |
|---|---|--|
| 3 | Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации (№104 м.к. и №303 м.к.) | 22 компьютера с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3 |
| 4 | Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. №104 м.к., №303 м.к. и №101 м.к.) | 23 компьютера, 2 принтера. |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (№104 м.к., читальный зал ауд. 232а, читальный зал научной библиотеки) | 62 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, к профессиональным базам данных ИСС "Кодекс"/"Техэксперт", Гарант, Консультант+, Компас, к электронным учебно-методическим материалам, к библиотечному электронному каталогу. |
| 6 | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (лаборантские ауд. №312 м.к. и №118 м.к., отдел оперативного обеспечения учебного процесса ауд. 115а) | Лаборатория №118 м.к. - 2 компьютера, сканер, один кабир. Лаборатория №115а - специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники. |

8. Междисциплинарные связи

Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

| Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование | Кафедра, с которой проводилось согласование | Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования |
|---|---|--|
| Физика | Математики и физики | Нет Согласовано |
| Теоретическая механика | Математики и физики | Нет Согласовано |
| Надёжность и ремонт машин | Эксплуатации транспортных и технологических машин | Нет Согласовано |

Приложение 1
Лист изменений рабочей программы

| Номер изменения | Номер протокола заседания кафедры и дата | Страницы с изменениями | Перечень откорректированных пунктов | ФИО зав. кафедрой, подпись |
|-----------------|--|------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | №10 20.05.2020 | 14-17 19-22 | п.4.6.4 п.6.1 | Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Приложение 2
Лист периодических проверок рабочей программы

| Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись | Дата | Потребность в корректировке | Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений |
|---|------------|--|---|
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 30.08.2017 | Нет Рабочая программа актуализирована для 2017-2018 учебного года | нет |
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 22.06.2018 | Нет Рабочая программа актуализирована для 2018-2019 учебного года | нет |
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 20.05.2019 | Да Рабочая программа актуализирована для 2019-2020 учебного года | нет |
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 20.05.2020 | Да Рабочая программа актуализирована для 2020-2021 учебного года | п.4.6.4 п.6.1 |
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 01.06.2021 | Нет Рабочая программа актуализирована для 2021-2022 учебного года | нет |
| Беляев А.Н., зав. кафедрой прикладной механики  | 15.06.2022 | Нет Рабочая программа актуализирована для 2022-2023 учебного года | нет |