

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Королькова Н.В.

« 27 » 10 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.Б.10.2 Сопротивление материалов  
для направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья,  
профиль «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов»  
– прикладной бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Факультет технологии и товароведения

Кафедра прикладной механики

| Форма обучения | Всего зач.ед./ часов | Курс | Семестр | Лекции | Семинарские занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Курсовая работа (проект), (указать семестр) | Самостоятельная работа | Зачет (указать семестр) | Экзамен (указать семестр/часы) |
|----------------|----------------------|------|---------|--------|---------------------|----------------------|----------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| очная          | 3/108                | 2    | 3       | 16     | —                   | —                    | 24                   | —   | 68                     | 3                       | —                              |
| заочная        | 3/108                | 3    | 5       | 4      | —                   | —                    | 6                    | —   | 98                     | 5                       | —                              |

Преподаватель: к.т.н., доцент Зобов С.Ю.



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

Цель изучения дисциплины: научить обучающихся 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 ОП.-Б1.Б.10.2

Данная дисциплина относится к модулю «Прикладная механика» базового блока дисциплин

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

| Компетенция |   | Планируемые результаты обучения   |
|-------------|---|---|
| Код         | Название  |   |
| ПК-20       | способность понимать принципы составления технологических расчетов при проектировании новых или модернизации существующих производств и производственных участков | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать физические основы механики; методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость типовых упругодеформированных деталей при статических и динамических нагрузках; строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий; основные прикладные программные средства и профессиональные базы данных;</li> <li>- уметь оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; определять внутренние силовые факторы при различных случаях нагружения стержня и изображать их с помощью эпюр;</li> <li>- иметь навыки и /или опыт деятельности: построения математических моделей типовых профессиональных задач; выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов</li> </ul> |

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

| Виды учебной работы   | Очная форма обучения |             | Заочная форма обучения |
|---|----------------------|-------------|------------------------|
|   | всего зач.ед./ часов | объём часов | объём часов            |
|   |                      | 3 семестр   | 3 курс                 |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 3/108                | 108         | 108                    |
| Контактная работа * обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч. | 40                   | 40          | 10                     |
| Аудиторная работа: **   | 40                   | 40          | 10                     |
| Лекции  | 16                   | 16          | 4                      |
| Практические занятия  | —                    | —           | —                      |
| Семинары  | —                    | —           | —                      |
| Лабораторные работы   | 24                   | 24          | 6                      |
| Другие виды аудиторных занятий  | —                    | —           | —                      |
| Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.   | 68                   | 68          | 98                     |
| Подготовка к аудиторным занятиям  | 10                   | 10          | 5                      |
| Выполнение курсовой работы (курсового проекта)  | —                    | —           | —                      |
| Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ                                 | 30                   | 30          | 40                     |
| Другие виды самостоятельной работы  | 28                   | 28          | 53                     |
| Экзамен/часы  | —                    | —           | —                      |
| Формы промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)   | зачет                | зачет       | зачет                  |

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

| № п/п                | Раздел дисциплины   | Л | СЗ | ПЗ | ЛР | СР |
|----------------------|---|---|----|----|----|----|
| 1                    | 2   | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  |
| очная форма обучения |   |   |    |    |    |    |
| 1                    | <b>Раздел 1.</b> Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений. | 2 | —  | —  | —  | 4  |
| 2                    | <b>Раздел 2.</b> Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость.     | 2 | —  | —  | 6  | 12 |
| 3                    | <b>Раздел 3.</b> Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.          | 2 | —  | —  | —  | 10 |
| 4                    | <b>Раздел 4.</b> Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость.         | 2 | —  | —  | 6  | 5  |

| 1                             | 2  | 3   | 4 | 5 | 6  | 7  |
|-------------------------------|--|-----|---|---|----|----|
| 5                             | <b>Раздел 5.</b> Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений. | 2   | — | — | 6  | 12 |
| 6                             | <b>Раздел 6.</b> Расчет статически неопределимых систем.                             | 1   | — | — | 2  | 4  |
| 7                             | <b>Раздел 7.</b> Основы теории напряженно-деформированного состояния.                | 1   | — | — | —  | 4  |
| 8                             | <b>Раздел 8.</b> Теории предельных состояний. Теории прочности.                      | 1   | — | — | —  | 4  |
| 9                             | <b>Раздел 9.</b> Сложное сопротивление бруса.  | 1   | — | — | 2  | 4  |
| 10                            | <b>Раздел 10.</b> Устойчивость сжатых стержней.                                      | 1   | — | — | 2  | 4  |
| 11                            | <b>Раздел 11.</b> Расчет безмоментных оболочек вращения                              | 0,5 | — | — | —  | 3  |
| 12                            | <b>Раздел 12.</b> Современные методы расчетов с применением ЭВМ.                     | 0,5 | — | — | —  | 2  |
| Всего                         |  | 16  | — | — | 24 | 68 |
| <b>заочная форма обучения</b> |  |     |   |   |    |    |
| 1                             | <b>Раздел 1.</b> Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений.    | 1   | — | — | —  | 5  |
| 2                             | <b>Раздел 2.</b> Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость.        | 1   | — | — | 4  | 15 |
| 3                             | <b>Раздел 3.</b> Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.             | —   | — | — | —  | 10 |
| 4                             | <b>Раздел 4.</b> Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость.            | 1   | — | — | —  | 10 |
| 5                             | <b>Раздел 5.</b> Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений. | 1   | — | — | 2  | 16 |
| 6                             | <b>Раздел 6.</b> Расчет статически неопределимых систем.                             | —   | — | — | —  | 10 |
| 7                             | <b>Раздел 7.</b> Основы теории напряженно-деформированного состояния.                | —   | — | — | —  | 6  |
| 8                             | <b>Раздел 8.</b> Теории предельных состояний. Теории прочности.                      | —   | — | — | —  | 6  |
| 9                             | <b>Раздел 9.</b> Сложное сопротивление бруса.  | —   | — | — | —  | 6  |
| 10                            | <b>Раздел 10.</b> Устойчивость сжатых стержней.                                      | —   | — | — | —  | 6  |
| 11                            | <b>Раздел 11.</b> Расчет безмоментных оболочек вращения                              | —   | — | — | —  | 4  |
| 12                            | <b>Раздел 12.</b> Современные методы расчетов с применением ЭВМ.                     | —   | — | — | —  | 4  |
| Всего                         |  | 4   | — | — | 6  | 98 |

#### 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 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 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. Расчет безмоментных оболочек вращения

14.1. Классификация оболочек.

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

### Раздел 12. Современные методы расчетов с применением ЭВМ

14.1 Понятие о современных методах инженерных прочностных расчетов.

14.2 Численные методы с применением ЭВМ.

14.3 Понятие о методе конечных элементов.

#### 4.3. Перечень тем лекций.

| № п/п | Тема лекции   | Объем, ч       |         |
|-------|---|----------------|---------|
|       |   | форма обучения |         |
|       |   | очная          | заочная |
| 1     | 2   | 3              | 4       |
| 1     | <b>Раздел 1.</b> Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Метод сечений. | 1              | 1       |
| 2     | <b>Раздел 2.</b> Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость.     | 2              | 1       |
| 3.    | <b>Раздел 3.</b> Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.          | 2              | —       |
| 4     | <b>Раздел 4.</b> Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость.         | 2              | 1       |

|       |  |    |   |
|-------|--|----|---|
| 1     | 2  | 3  | 4 |
| 5     | <b>Раздел 5.</b> Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений. | 2  | 1 |
| 6     | <b>Раздел 6.</b> Расчет статически неопределимых систем.                             | 1  | — |
| 7     | <b>Раздел 7.</b> Основы теории напряженно-деформированного состояния.                | 1  | — |
| 8     | <b>Раздел 8.</b> Теории предельных состояний. Теории прочности.                      | 1  | — |
| 9     | <b>Раздел 9.</b> Сложное сопротивление бруса.  | 1  | — |
| 10    | <b>Раздел 10.</b> Устойчивость сжатых стержней.                                      | 1  | — |
| 11    | <b>Раздел 11.</b> Расчет безмоментных оболочек вращения                              | 1  |   |
| 12    | <b>Раздел 12.</b> Современные методы расчетов с применением ЭВМ.                     | 1  | — |
| Всего |  | 16 | 4 |

#### 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров).

Не предусмотрены.

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ.

| №<br>п/<br>п | Тема лабораторной работы   | Объём, ч       |         |
|--------------|--|----------------|---------|
|              |  | форма обучения |         |
|              |  | очная          | заочная |
| 1            | Знакомство с оборудованием и техникой безопасности.<br><b>Раздел 2.</b> Испытание на сжатие.                   | 2              | —       |
| 2            | <b>Раздел 2.</b> Изучение диаграммы растяжения малоуглеродистой стали.   | 2              | 2       |
| 3            | <b>Раздел 2.</b> Определение коэффициента Пуассона и модуля упругости первого рода.                            | 2              | 2       |
| 4            | <b>Раздел 4.</b> Испытание на срез.  | 2              | —       |
| 5            | <b>Раздел 4.</b> Испытание древесины на скалывание.  | 2              | —       |
| 6            | <b>Раздел 4.</b> Испытание на кручение.  | 2              | —       |
| 7            | <b>Раздел 5.</b> Определение нормальных напряжений при поперечном изгибе балки.                                | 4              | —       |
| 8            | <b>Раздел 5.</b> Определение положения центра изгиба для балки швеллерного профиля.                            | 2              | 2       |
| 9            | <b>Раздел 6.</b> Определение реакции опоры в статически неопределимой балке.                                   | 2              | —       |
| 10           | <b>Раздел 9.</b> Определение напряжений и прогибов при косом изгибе балки, имеющей профиль равнобокого уголка. | 2              | —       |
| 11           | <b>Раздел 10.</b> Испытание прямолинейного стержня на устойчивость.  | 2              | —       |
| Всего        |  | 24             | 6       |

**4.6. Виды самостоятельной работы 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).**

Курсовая работа (проект) учебным планом не предусмотрены.

**4.6.3. Перечень тем расчетно-графических (контрольных) работ.**

| № п/п | Тема расчётно-графических (контрольных) работ  |
|-------|--|
| 1     | <b>Раздел 2.</b> Расчет на прочность и жесткость при растяжении (сжатии) с учетом собственного веса. |
| 2     | <b>Раздел 2.</b> Расчет статически неопределимой системы при растяжении (сжатии).                    |
| 3     | <b>Раздел 3.</b> Исследование геометрических характеристик поперечных сечений бруса.                 |
| 4     | <b>Раздел 5.</b> Расчет на прочность при изгибе.   |

**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 |   |
| 1     | 2  | 3  | 4              | 5 |
| 1     | <b>Раздел 1.</b><br>Введение.<br>Основные понятия и допущения сопромата. | 1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередякин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.14-34. [электронный ресурс]. Режим доступа: <URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</a> | 4              | 5 |

| 1 | 2  | 3  | 4  | 5  |
|---|--|--|----|----|
| 2 | <p><b>Раздел 2.</b><br/>Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость.</p> | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.35-70. [электронный ресурс]. Режим доступа: &lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf&gt;</p> <p>2. 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. – С. 30-67. [электронный ресурс]. Режим доступа: URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf&gt;</p> <p>3. Растяжение - сжатие : методические указания по решению задач по курсу "Сопротивление материалов" и варианты заданий; – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2015 – 25с . [электронный ресурс]. Режим доступа: &lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98245.pdf&gt;.</p> | 12 | 15 |
| 3 | <p><b>Раздел 3.</b><br/>Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.</p>      | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.89-107. [электронный ресурс]. Режим доступа:&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf&gt;</p> <p>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: &lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98243.pdf&gt;.</p>   | 10 | 10 |
| 4 | <p><b>Раздел 4.</b><br/>Сдвиг. Кручение бруса. Расчеты на прочность и жесткость.</p>     | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.119-171. [электронный ресурс]. Режим доступа: &lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf&gt;</p> <p>2. 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. – С.68-89. [электронный ресурс]. Режим доступа: URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf&gt;</p>   | 5  | 10 |

| 1 | 2   | 3   | 4  | 5  |
|---|---|---|----|----|
| 5 | <p><b>Раздел 5.</b><br/>Изгиб прямого бруса. Расчеты на прочность. Определение перемещений.</p> | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.175-212., 225-247.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</p> <p>2. 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. – С.90-116.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf&gt;</p> | 12 | 16 |
| 6 | <p><b>Раздел 6.</b><br/>Расчет статически неопределимых систем.</p>                             | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.268-330..<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</p> <p>2. 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. – С.117-123.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf&gt;</p>              | 4  | 10 |
| 7 | <p><b>Раздел 7.</b><br/>Основы теории напряженно-деформированного состояния.</p>                | <p>Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.331-366.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</p>   | 4  | 6  |
| 8 | <p><b>Раздел 8.</b><br/>Теории предельных состояний. Теории прочности.</p>                      | <p>Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С.370-384.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</p>   | 4  | 6  |
| 9 | <p><b>Раздел 9.</b><br/>Сложное сопротивление бруса.</p>  | <p>1. Беляев, А.Н. Сопротивление материалов: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – С. 385-413.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>&lt;URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b92531.pdf</p> <p>2. 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. – С.124-131.<br/>[электронный ресурс]. Режим доступа:<br/>URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf&gt;</p>         | 4  | 6  |

| 1     | 2   | 3  | 4  | 5  |
|-------|---|--|----|----|
| 10    | <b>Раздел 10.</b><br>Устойчивость сжатых стержней.                  | 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<br>2. 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. – С.132-138. [электронный ресурс]. Режим доступа: URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf> | 4  | 6  |
| 11    | <b>Раздел 11.</b><br>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  | 3  | 4  |
| 12    | <b>Раздел 12.</b><br>Современные методы расчетов 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  | 2  | 4  |
| Всего |   |  | 68 | 98 |

#### 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.    | Лабораторное занятие | Испытание образцов различных материалов на сжатие              | Метод работы в малых группах | 2        |
| 2.    | Лабораторное занятие | Изучение диаграмм растяжения металлических образцов            | Метод работы в малых группах | 2        |
| 3.    | Лабораторное занятие | Определение нормальных напряжений при поперечном изгибе балки. | Метод проектов               | 2        |
| 4.    | Лабораторное занятие | Определение реакции опоры в статически неопределимой балке.    | Метод проектов               | 2        |
| 5.    | Лабораторное занятие | Определение напряжений и прогибов при косом изгибе балки       | Метод работы в малых группах | 2        |

### 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

#### 5.1. ФОС текущего контроля.

Текущий контроль знаний обучающихся имеет следующие виды:

- устный опрос на занятиях;
- защита лабораторных работ;
- тестирование – обязательно (письменное или компьютерное);
- контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме).
- проверка выполнения письменных домашних заданий и расчетно-графических работ

Результаты текущей аттестации используются в контроле и управлении учебным процессом.

#### 5.2. ФОС промежуточного контроля.

А) «Зачет».

Б) «Экзамен». Не предусмотрен

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в соответствующем разделе ФОС.

### 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

#### 6.1. Рекомендуемая литература.

##### 6.1.1. Основная литература.

| № п/п | Автор                         | Заглавие   | Гриф издания | Издательство  | Год издания | Кол-во экз. в библи.      |
|-------|-------------------------------|--|--------------|---------------|-------------|---------------------------|
| 1     | 2                             | 3  | 4            | 5             | 1           | 2                         |
| 1     | Беляев А.Н,<br>Шередекин В.В. | Сопротивление материалов: учебное пособие [электронный ресурс] – Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/e-lib/books/b98245.pdf>. | УМО          | Воронеж: ВГАУ | 2013        | 248<br>Электронный ресурс |

|    |             |   |     |               |      |                           |
|----|-------------|---|-----|---------------|------|---------------------------|
| 2  | Беляев А.Н. | Лабораторный практикум по сопротивлению материалов [электронный ресурс] – Режим доступа: <URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b60303.pdf</a> >.                                   | УМО | Воронеж: ВГАУ | 2009 | 243<br>Электронный ресурс |
| 3. | Жуков В.Г.  | Механика. Сопротивление материалов: учебное пособие [электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3721">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3721</a> | УМО | М.:Лань       | 2012 | Электронный ресурс        |
| 4  | Степин П.А. | Сопротивление материалов: учебник [электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3179">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3179</a>   |     | М.:Лань       | 2012 | Электронный ресурс        |

### 6.1.2. Дополнительная литература.

| № п/п                        | Автор                   | Заглавие  | Издательство        | Год издания |
|------------------------------|-------------------------|---|---------------------|-------------|
| 1                            | Беляев А.Н., Попов Е.М. | Сопротивление материалов. Учебное пособие   | Воронеж: ВГАУ       | 2003        |
| 2                            | Межецкий Г.Д.           | Сопротивление материалов: учебник [электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://znanium.com/go.php?id=414836">http://znanium.com/go.php?id=414836</a>   | М.:ИТК "Дашков и К" | 2013        |
| 3                            | Вольмир А.С. и др.      | Сопротивление материалов. Лабораторный практикум.   | М.:Дрофа            | 2004        |
| <b>Периодические издания</b> |                         |   |                     |             |
| 4                            |                         | Вестник Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I: теоретический и научно-практический журнал. - Режим доступа: <a href="http://www.vestnik.vsau.ru">http://www.vestnik.vsau.ru</a> | Воронеж: ВГАУ       |             |

### 6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

| № п/п | Автор   | Заглавие   | Издательство  | Год издания |
|-------|---|--|---------------|-------------|
| 1     | 2   | 3  | 4             | 5           |
| 1     | Беляев А.Н., Василенко С.В., Зеленская О.В.             | Электронное учебно-методическое пособие «Тестовые задания по курсу «Сопротивление материалов» [электронный ресурс] – Режим доступа: <URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b63723.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b63723.pdf</a> >. | Воронеж: ВГАУ | 2010        |
|       | Беляев А.Н., Василенко С.В., Востриков П.С., Зобов С.Ю. | Рабочая тетрадь для лабораторных работ по сопротивлению материалов для студентов 2 курса очной формы обучения агроинженерного факультета, обучающихся по направлениям 35.03.06 «Агроинженерия»,  | Воронеж: ВГАУ | 2014        |

|   |  |  |                  |      |
|---|--|--|------------------|------|
|   |  | 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»  |                  |      |
| 3 | Беляев А.Н.,<br>Василенко С.В.,<br>Востриков П.С.,<br>Зобов С.Ю. | Растяжение-сжатие: методические указания по решению задач по курсу «Сопротивление материалов» и варианты заданий [электронный ресурс]: – Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98245.pdf>   | Воронеж:<br>ВГАУ | 2015 |
| 4 | Беляев А.Н.,<br>Василенко С.В.,<br>Востриков П.С.,<br>Зобов С.Ю. | Расчет геометрических характеристик плоских поперечных сечений: методические указания по решению задач по курсу «Сопротивление материалов» и варианты заданий [электронный ресурс]: – Режим доступа: <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/books/b98243.pdf>. | Воронеж:<br>ВГАУ | 2015 |

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

1. Официальный сайт НТЦ АПМ. - Режим доступа: <http://apm.ru> .
2. Журнал "Прикладная механика и техническая физика"[электронный журнал]: <http://www.sibran.ru/journals/PMiTPh/>
3. Журнал "Прикладная математика и механика" [электронный журнал]: <http://pmm.ipmnet.ru/ru/>
4. 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»   | <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>                         |
| ЭБС издательства «Лань»  | ООО «Издательство Лань»   | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                     |
| ЭБС издательства «Перспектива науки»   | ООО «Перспектива науки»   | <a href="http://www.prospektnauki.ru">www.prospektnauki.ru</a>              |
| ЭБС «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ»                                    | ООО «ТРАНСЛОГ»  | <a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a>                           |
| Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа) | Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» | <a href="http://www.cnsheb.ru/terminal/">http://www.cnsheb.ru/terminal/</a> |
| Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU                                   | ООО «РУНЭБ»   | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>                        |
| Электронный архив журналов зарубежных издательств                            | НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»                                      | <a href="http://archive.neicon.ru/">http://archive.neicon.ru/</a>           |
| Национальная электронная библиотека  | Российская государственная библиотека   | <a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>                               |

**6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.****6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.**

| № п/п | Вид учебного занятия         | Наименование программного продукта                    | Функция программного обеспечения |              |           |
|-------|------------------------------|---|----------------------------------|--------------|-----------|
|       |                              |   | контроль                         | моделирующая | обучающая |
| 1     | Лабораторные занятия, лекции | Microsoft Office 2010 Std, ИСС «Кодекс»/ «Техэксперт» | –                                | +            | +         |
| 2     | Самостоятельные занятия      | Internet Explorer, ИСС «Кодекс»/ «Техэксперт»         | –                                | –            | +         |
| 3     | Промежуточный контроль       | АСТ-Тест  | +                                | –            | –         |

**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.**

| № п/п | Темы лекций, по которым подготовлены презентации  |
|-------|---|
| 1.    | Введение. Основные понятия и допущения сопромата. Реальный объект и расчетная схема. Метод сечений. |
| 2.    | Растяжение и сжатие бруса. Расчеты на прочность и жесткость.  |
| 3.    | Устойчивость сжатых стержней.   |
| 4.    | Учет сил инерции при расчетах на прочность и жесткость.   |
| 5.    | Удар  |
| 6.    | Прочность при циклически изменяющихся напряжениях   |
| 7.    | Расчет безмоментных оболочек вращения   |
| 8.    | Расчет конструкций, работающих за пределами упругости   |
| 9.    | Современные методы расчетов с применением ЭВМ.  |

## 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     | 2   | 3   |
| 1     | Лекционные аудитории (№ 109 м.к., № 218 м.к., аудитории главного корпуса и модуля)                              | <p>№ 109 м.к. и № 218 м.к., а также аудитории главного корпуса и модуля, оснащенные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- видеопроекторным оборудованием для презентаций;</li> <li>- средствами звуковоспроизведения;</li> <li>- экраном;</li> <li>- выходом в локальную сеть и Интернет.</li> </ul> <p>Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин.</p>   |
| 2     | Аудитория для проведения лабораторных и практических занятий (№ 163 г.к.)                                       | <p style="text-align: center;">Лаборатория № 163 г.к.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Пресс 10 т (ПС -10) для испытания на сжатие и скалывание деревянных образцов</li> <li>- Пресс 200 т для испытания на сжатие стали, чугуна</li> <li>- Универсальная испытательная машина УИМ-50 для определения коэффициента Пуассона, модуля упругости, определения нормальных напряжений при поперечном изгибе балки.</li> <li>- Испытательная машина ИМ-4Р для изучения диаграммы растяжения малоуглеродистой стали</li> <li>- Испытательная машина УМ-5 (УМ-5А) с приспособлениями для испытаний на срез, на сдвиг, на устойчивость, испытания пружины, определения перемещений при изгибе балки</li> <li>- Установка для испытания на кручение древесины</li> <li>- МК-30 (маятниковый копер) для испытания материалов на ударную вязкость</li> <li>- Установка для испытаний на кривой изгиб</li> <li>- Установка для определения реакций опор</li> <li>- Пресс ручной гидравлический</li> <li>- Установка для определения положения центра изгиба для балки швеллерного профиля</li> <li>- Штангенциркули, тензометры, индикаторные головки, линейки, микрометры. Набор швеллеров, уголков, двутавров, образцов и т.д.</li> </ul> |
| 3     | Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации (№ 219 м.к., № 321 м.к., аудитории главного корпуса) | <p style="text-align: center;">Аудитория № 219 м.к.</p> <p>15 компьютеров с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 321 м.к.</p> <p>15 компьютеров с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3, а также аудитории главного корпуса, оснащенные компьютерами с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3</p>   |

| 1 | 2  | 3  |
|---|--|--|
| 4 | Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. № 307 м.к.)  | компьютер, принтер;  |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (№ 219 м.к. и № 321 м.к., читальный зал ауд. 232а, читальный зал научной библиотеки)                                    | 50 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, профессиональным базам данных ИСС "Кодекс"/"Техэксперт", Гарант, Консультант+, Компас, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу. |
| 6 | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (лаборантские ауд. № 306 м.к., отдел оперативного обеспечения учебного процесса ауд. 115а) | - компьютер, принтер;<br>- 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 | Подпись зав. кафедрой   |
|---|---|--|---|
| Физика  | Физики                                      | <i>Согласовано</i>   |  |
| Теоретическая механика                                      | Высшей математики и теоретической механики  | <i>Согласовано</i>   |  |



