




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП, доцент кафедры  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«08» сентября 2018 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)

  
Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«08» сентября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Соппротивление материалов

**Направление – 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»**

Специализация «Физика атомного ядра и частиц»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 5  
лекции 36 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 18 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.  
контрольные работы 1 шт.  
зачет 5 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 №235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 19 от «08» сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики Ширмовский С.Э.  
Составитель к. ф. – м. н. Московченко Л.Г.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree** 14.03.02 "Nuclear Physics and Technology"

**Course title:** Strength of Materials

**Variable part of Block 1, 2 credits**

**Instructor:** *Moskovchenko L.G.*

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- 1) ОК-1 –the culture of thinking, the ability to generalize, analyze information, setting goals and choosing ways to achieve them.

**Learning outcomes:**

- 1) ОПК-1 – the ability to use the basic laws of science in professional activities, apply the methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research;
- 2) ПК-1 - the ability to use scientific and technical information, domestic and foreign experience in the field of research, modern computer technologies and information resources in the subject area.

**Course description:**

The course covers the fundamental concepts of mechanics of deformable solids. It focuses on analyzing structural members subjected to tension, compression, torsion, bending and combined stresses using the fundamental concepts of stress, strain and elastic behavior of materials.

**Main course literature:**

1. Степин, П.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / П.А. Степин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3179>. — Загл. с экрана.
2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.Н. Миролюбов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39150>. — Загл. с экрана.
3. Механика. Сопротивление материалов (теория и практика) [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.М. Болтенкова [и др.]. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГУИТ, 2013. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71652>. — Загл. с экрана.
4. Буланов, Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.А. Буланов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 215 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66301>. — Загл. с экрана.

**Form of final control:** pass-fail exam.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» разработана для студентов 3 курса направления 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», специализации «Физика атомного ядра и частиц» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС ДВФУ по данному направлению.

Курс «Соппротивление материалов» относится к разделу Б1.В вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.) и практические занятия (18 час), самостоятельная работа (18 час). Дисциплина реализуется в 5 семестре 3 курса.

Данный курс базируется на материале курсов «Механика», «Теоретическая механика», «Математический анализ», «Алгебра и аналитическая геометрия», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление».

Курс охватывает фундаментальные понятия механики деформируемых тел. Он фокусируется на анализе структурных элементов, подверженных растяжению, сжатию, кручению, изгибу и комбинированным напряжениям, для чего применяются фундаментальные представления о напряжении, деформации и упругом поведении материалов.

**Цель** курса «Соппротивление материалов» заключается в ознакомлении обучающихся с основами механики деформируемого твердого тела, а также в формировании навыков проведения расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при силовых и температурных воздействиях для дальнейшего освоения дисциплин специализации.

### **Задачи:**

- ознакомление с основными понятиями и методами механики деформируемого твердого тела;
- изучение и применение методов исследования напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций;
- изучение и применение методов расчета элементов конструкций при различных видах деформации.

Для успешного изучения дисциплины «Соппротивление материалов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОК-1 – владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	терминологию, которая применяется в сопротивлении материалов; содержание основных принципов и определений сопротивления материалов.
	Умеет	решать задачи прикладного и теоретического характера; строить эпюры при различных видах нагружения стержней.
	Владеет	математическим аппаратом в решении задач сопротивления материалов.
ПК-1 - способность использовать научнотехническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	Знает	основные методы расчетов в сопротивлении материалов и границы их применения.
	Умеет	применять методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.
	Владеет	методами расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Сопротивление материалов» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: работа в малых группах, обсуждение.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Введение в сопротивление материалов (8 час.)**

#### **Тема 1. Основные положения дисциплины (2 час.)**

Задачи сопротивления материалов. Классификация внешних сил и элементов конструкций. Допущения относительно свойств материалов и характера деформаций. Расчетная схема.

### **Тема 2. Метод сечений (2 час.)**

Метод сечений. Внешние и внутренние силы. Внутренние силы в поперечных сечениях бруса. Эпюры внутренних силовых факторов и их особенности.

### **Тема 3. Напряжения (2 час.)**

Понятие о напряжениях. Нормальные и касательные напряжения. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами в поперечном сечении бруса.

### **Тема 4. Деформации (2 час.)**

Виды деформаций. Линейные и угловые деформации. Центральное растяжение (сжатие). Сдвиг. Кручение. Изгиб.

## **Раздел II. Центральное растяжение – сжатие (10 час.)**

### **Тема 5. Внутренние усилия и напряжения при растяжении и сжатии (2 час.)**

Силы в поперечных сечениях бруса. Построение эпюр продольных сил. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Гипотеза Бернулли. Принцип Сен-Венана. Эпюры нормальных напряжений.

### **Тема 6. Деформации и перемещения при растяжении и сжатии (2 час.)**

Продольная и поперечная деформации. Связь между продольной деформацией и нормальным напряжением: закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Определение удлинения (укорочения) бруса. Жесткость бруса. Перемещение произвольного сечения бруса.

### **Тема 7. Механические испытания материалов (2 час.)**

Напряженное состояние при растяжении (сжатии). Основные сведения о механических испытаниях материалов. Механические характеристики, определяемые при испытаниях материалов. Виды механических испытаний. Статические испытания на растяжение (сжатие). Диаграмма растяжения (сжатия) пластичных и хрупких материалов. Наклеп.

### **Тема 8. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии) (2 час.)**

КЗП. Допускаемые напряжения. Предельные напряжения. Расчетные напряжения. Виды расчетов на прочность.

### **Тема 9. Статически неопределимые системы (2 час.)**

Понятие статически неопределимой системы. Степень статической неопределимости. Методы решения статически неопределимых задач.

Температурные и начальные напряжения в статически неопределимых системах.

### **Раздел III. Кручение и изгиб (18 час.)**

#### **Тема 10. Деформация кручения (4 час.)**

Основные понятия. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и перемещения при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Энергия деформации при кручении.

#### **Тема 11. Прямой изгиб. Основные понятия и определения (2 час.)**

Основные понятия и определения. Поперечные силы и изгибающие моменты. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

#### **Тема 12. Прямой изгиб. Напряжения (2 час.)**

Нормальные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Расчет балок из пластичных материалов. Расчет балок из хрупких материалов. Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе.

#### **Тема 13. Прямой изгиб. Перемещения. Расчеты на жесткость (2 час.)**

Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии и его интегрирование. Энергия деформации при изгибе. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Расчеты на жесткость при изгибе. Балки переменного сечения.

#### **Тема 14. Косой изгиб (4 час.)**

Основные понятия. Расчет на прочность при косом изгибе. Нормальные напряжения при косом изгибе. Нулевая линия. Пространственный изгиб бруса круглого поперечного сечения. Изгиб с растяжением (сжатием) бруса большой жесткости.

#### **Тема 15. Гипотезы прочности и их применение (4 час.)**

Основные понятия о гипотезах прочности. Определение эквивалентных напряжений по различным гипотезам прочности. Исследование упрощенного плоского напряженного состояния. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением. Расчет бруса круглого поперечного сечения в общем случае его нагружения.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**



**Интерактивный метод:** работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

**Занятие 1. Основные положения дисциплины. Метод сечений. (2 час.)**

**Интерактивный метод:** работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

1. Задачи сопротивления материалов.
2. Классификация внешних сил и элементов конструкций.
3. Допущения относительно свойств материалов и характера деформаций.
4. Расчетная схема.
5. Метод сечений.
6. Внешние и внутренние силы.
7. Внутренние силы в поперечных сечениях бруса.
8. Эпюры внутренних силовых факторов и их особенности.

**Занятие 2. Напряжения. Деформации. (2 час.)**

**Интерактивный метод:** работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

1. Понятие о напряжениях.
2. Нормальные и касательные напряжения.
3. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами в поперечном сечении бруса.
4. Виды деформаций.
5. Линейные и угловые деформации.
6. Центральное растяжение (сжатие).
7. Сдвиг. Кручение. Изгиб.

**Занятие 3. Внутренние усилия и напряжения при растяжении и сжатии. Деформации и перемещения при растяжении и сжатии. (2 час.)**

**Интерактивный метод:** работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

1. Силы в поперечных сечениях бруса.
2. Построение эпюр продольных сил.
3. Напряжения в поперечных сечениях бруса.
4. Гипотеза Бернулли.
5. Принцип Сен-Венана. Эпюры нормальных напряжений.
6. Продольная и поперечная деформации.
7. Связь между продольной деформацией и нормальным напряжением: закон Гука.

8. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.
9. Определение удлинения (укорочения) бруса.
10. Жесткость бруса. Перемещение произвольного сечения бруса.

**Занятие 4. Механические испытания материалов. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Напряженное состояние при растяжении (сжатии).
2. Основные сведения о механических испытаниях материалов.
3. Механические характеристики, определяемые при испытаниях материалов. Виды механических испытаний.
4. Статические испытания на растяжение (сжатие). Диаграмма растяжения (сжатия) пластичных и хрупких материалов. Наклеп.
5. КЗП.
6. Допускаемые напряжения. Предельные напряжения. Расчетные напряжения.
7. Виды расчетов на прочность.

**Занятие 5. Статически неопределимые системы (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Понятие статически неопределимой системы.
2. Степень статической неопределимости.
3. Методы решения статически неопределимых задач.
4. Температурные и начальные напряжения в статически неопределимых системах.

**Занятие 6. Деформация кручения (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Основные понятия. Эпюры крутящих моментов.
2. Напряжения и перемещения при кручении бруса круглого поперечного сечения.
3. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
4. Энергия деформации при кручении.

**Занятие 7. Прямой изгиб. Напряжения. Перемещения. Расчеты на жесткость. (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Основные понятия и определения. Поперечные силы и изгибающие моменты.

2. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.
3. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
4. Нормальные напряжения при изгибе.
5. Расчеты на прочность при изгибе.
6. Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе.
7. Перемещения при изгибе.
8. Энергия деформации при изгибе.
9. Интеграл Мора. Правило Верещагина.
10. Расчеты на жесткость при изгибе.

#### **Занятие 8. Косой изгиб (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Основные понятия.
2. Расчет на прочность при косом изгибе.
3. Нормальные напряжения при косом изгибе. Нулевая линия.
4. Пространственный изгиб бруса круглого поперечного сечения. Изгиб с растяжением (сжатием) бруса большой жесткости.

#### **Занятие 9. Гипотезы прочности и их применение (2 час.)**

*Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.*

1. Основные понятия о гипотезах прочности.
2. Определение эквивалентных напряжений по различным гипотезам прочности.
3. Исследование упрощенного плоского напряженного состояния.
4. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением.
5. Расчет бруса круглого поперечного сечения в общем случае его нагружения.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Соппротивление материалов» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Введение в сопротивление материалов	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1) Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к зачету № 1-4
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	
			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11)	
2	Раздел II. Центральное растяжение – сжатие	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1)	Вопросы к зачету № 5-9
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	
			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11)	
2	Раздел III. Кручение и изгиб	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1) Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к зачету № 10-20,
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	
			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11) Контрольная работа 1 (ПР-2)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельно-

сти, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Степин, П.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / П.А. Степин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3179>. — Загл. с экрана.
2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.Н. Миролубов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39150>. — Загл. с экрана.
3. Механика. Сопротивление материалов (теория и практика) [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.М. Болтенкова [и др.]. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГУИТ, 2013. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71652>. — Загл. с экрана.
4. Буланов, Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.А. Буланов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 215 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66301>. — Загл. с экрана.

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Кулаев, С.П. Прикладная механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Кулаев. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2014. — 144 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76737>. — Загл. с экрана.
2. Молотников, В.Я. Курс сопротивления материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Молотников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71756>. — Загл. с экрана.
3. Жуков, В.Г. Механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Жуков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург :

Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3721>. — Загл. с экрана.

4. Мартьянова, Г.В. Расчет балок и рам методом сил в комплексе Mathcad: метод. указания к выполнению домашних заданий по курсу «Сопротивление материалов» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Г.В. Мартьянова. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 51 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58540>. — Загл. с экрана.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научно-популярный сайт о последних достижениях науки и техники «Элементы большой науки» : <http://elementy.ru/>

2. Сопротивление материалов. Кинолекция доктора технических наук, профессора члена-корреспондента АН СССР (1979), РАН. Заведующего кафедрой Баллистические ракеты дальнего действия", "Космические аппараты и ракеты-носители" (1949 - 1989) МВТУ Н. Э. Баумана В. И. Феодосьева : <https://www.youtube.com/watch?v=bRrkZgqcg8A>

3. Курс лекций по сопротивлению материалов: [https://www.youtube.com/watch?v=iYD4shkGTBw&list=PLfp7Bmi\\_mslZnbJge-iNtuXgvEZINNd30](https://www.youtube.com/watch?v=iYD4shkGTBw&list=PLfp7Bmi_mslZnbJge-iNtuXgvEZINNd30)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (PowerPoint и Word), Open Office.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно-справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рамках данной дисциплины предусмотрено 18 часов самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекции, выполнения домашних заданий, подготовке к зачёту.

В самостоятельную работу по дисциплине «Сопротивление материалов» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов практических работ;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение домашних заданий, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала и оформления домашних заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в приложении 1.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Сопротивление материалов» на лекциях используется мультимедийное оборудование: ноутбук, проектор, экран.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Сопротивление материалов»  
Направление – 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»  
Специализация «Физика атомного ядра и частиц»  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2018**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1	Подготовка к коллоквиуму «Основные положения сопротивления материалов». Работа с конспектами лекций и литературой.	1	Выступление на коллоквиуме
2	2-4	Решение домашних задач по теме «Метод сечений».	2	Проверка домашнего задания
3	5	Подготовка к коллоквиуму «Виды деформаций». Работа с конспектами лекций и литературой.	1	Выступление на коллоквиуме
4	6	Решение домашних задач по теме «Деформации и перемещения при растяжении и сжатии».	1	Проверка домашнего задания
5	7	Решение домашних задач по теме «Условия равновесия тела при наличии сил трения».	1	Проверка домашнего задания
6	8	Решение задач, заданных на дом, по теме «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии)».	1	Проверка домашнего задания
7	9-10	Решение домашних задач по теме «Статически неопределимые системы».	2	Проверка домашнего задания
8	11	Решение домашних задач по теме «Деформация кручения»	1	Проверка домашнего задания
9	12	Самостоятельное изучение темы «Основы теории напряженного состояния».	1	Опрос
10	13	Самостоятельное изучение теоретического материала и решение домашних задач по теме «Геометрические характеристики плоских сечений».	1	Проверка домашнего задания
11	14-15	Решение домашних задач по теме «Прямой изгиб».	2	Проверка домашнего задания
12	16	Решение домашних задач по теме «Косой изгиб».	1	Проверка домашнего задания
13	17	Решение домашних задач по теме «Гипотезы прочности и их при-	1	Проверка домашнего за-

		менение».		дания
14	18	Подготовка к зачету. Самостоятельное изучение темы «Устойчивость сжатых стержней».	1	Опрос, зачёт

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя работу с конспектами лекций и литературой для подготовки к выступлениям на коллоквиуме, решение задач и работу над темами для самостоятельного изучения. Самостоятельная работа с литературой призвана помочь закрепить, систематизировать и расширить знания, полученные в ходе аудиторных занятий. Решение домашних задач помогает развить навыки применения теоретических знаний, овладеть необходимыми умениями.

Для самостоятельной работы должны использоваться рекомендованные преподавателем источники (учебники, задачки, ресурсы сети Internet).

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Геометрические характеристики плоских сечений.
2. Основы теории напряженного состояния.
3. Устойчивость сжатых стержней.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Основным результатом самостоятельной работы по дисциплине «Сопротивление материалов» является решение индивидуальных задач, подготовка к выступлению на коллоквиумах и подготовка к зачету. При решении домашних задач необходимо соблюдать основные правила составления чертежей.

### **Вопросы к коллоквиуму «Основные положения сопротивления материалов»**

1. Какие задачи решаются в «Сопротивлении материалов»?

2. Основные гипотезы сопротивления материалов?
3. Что такое расчетная схема?
4. Классификация внешних сил.
5. Классификация элементов конструкций.

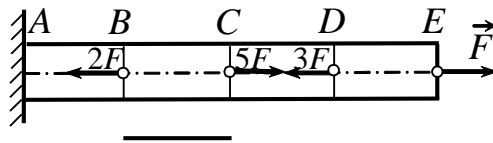
### Вопросы к коллоквиуму «Виды деформаций»

1. Понятие о деформациях. Простые и сложные виды нагружения.
2. Центральное растяжение (сжатие).
3. Сдвиг (срез). Элементы конструкций, работающие на сдвиг.
4. Кручение. Детали конструкций, работающие на кручение.
5. Изгиб. Плоский изгиб.
6. Сложное нагружение: внецентренное растяжение-сжатие, кривой изгиб.

### Примеры индивидуальных домашних заданий

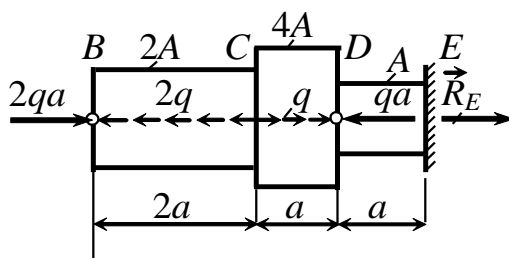
#### 1. Тема «Метод сечений».

Задача: Построить эпюру  $N_z$  для стержня, приведенного на рис.



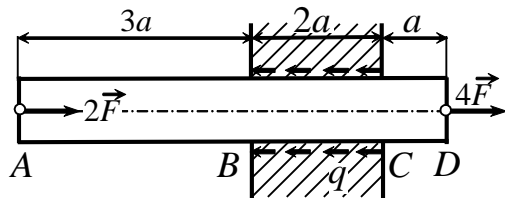
#### 2. Тема «Деформации и перемещения при растяжении и сжатии».

Задача: Построить эпюры продольной силы, напряжения и перемещения для ступенчатого бруса.



#### 3. Тема «Условия равновесия тела при наличии сил трения».

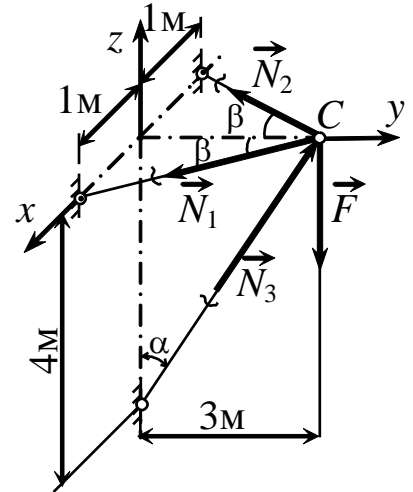
Задача: Стержень, нагруженный, как показано на рис., удерживается в опоре силами трения, равномерно распределенными по ее толщине. Построить эпюру продольной силы.



#### 4. Тема «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии)».

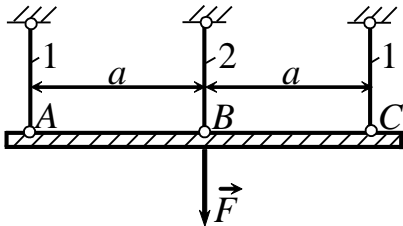
Задача: Пространственный кронштейн, состоящий из трех стержней, нагружен силой  $F$ . Зная допускаемые напряжения материала стержней на растяжение  $[\sigma_p] = 120$  МПа и на сжатие  $[\sigma_{сж}] = 60$  МПа, требуется:

- 1) проверить прочность конструкции, если  $F = 120$  кН,  $A_1 = A_2 = 4$  см<sup>2</sup>,  $A_3 = 25$  см<sup>2</sup>;
- 2) подобрать сечения стержней из двух равнобоких уголков, если  $F = 480$  кН;
- 3) определить, какой груз может выдержать кронштейн, если  $A_1 = A_2 = 10$  см<sup>2</sup>,  $A_3 = 60$  см<sup>2</sup>.



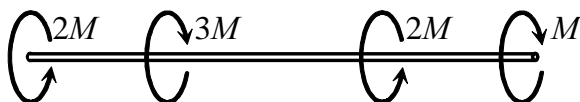
#### 5. Тема «Статически неопределимые системы».

Задача: Невесомая жесткая балка подвешена на трех одинаковых стержнях и нагружена силой  $F$ . Во сколько раз уменьшится напряжение в среднем стержне, если площадь его сечения увеличить в 4 раза.



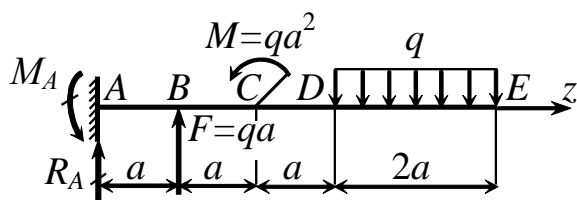
#### 6. Тема «Деформация кручения».

Задача: Построить эпюру  $M_k$  для вала, изображенного на рис.



#### 7. Тема «Прямой изгиб».

Задача: Построить эпюры  $Q_y$  и  $M_x$  для простой консоли, изображенной на рис.



### 8. Тема «Косой изгиб».

Задача: Проверить при  $[\sigma] = 180$  МПа прочность двутаврового бруса при заданной нагрузке. Определить значение и направление полного прогиба конца бруса.

### 9. Тема «Гипотезы прочности и их применение».

Задача: Сравнить опасность двух напряженных состояний. Механические характеристики материалов имеют следующие значения. Для первого элемента:  $\sigma_{\text{пч.р.}} = 120$  МПа,  $\sigma_{\text{пч.с.}} = 360$  МПа. Для второго элемента:  $\sigma_{\text{пч.р.}} = 180$  МПа,  $\sigma_{\text{пч.с.}} = 420$  МПа.

## Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общими критериями оценки результатов самостоятельной работы студентов являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение выполнять типовые расчеты;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Выполнение ИЗ и их защита оцениваются по пятибалльной шкале. Количество баллов соответствует уровню выполнения заданий. Пять баллов соответствует самостоятельному верному выполнению всех заданий. Четыре бала самостоятельному верному выполнению заданий на 76-85%. Три бала – 61-75%. Два балла – менее 60%. Подробно критерии выставления оценок приведены в Приложении 2.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Сопротивление материалов»  
Направление – 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»  
Специализация «Физика атомного ядра и частиц»  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2018**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	терминологию, которая применяется в сопротивлении материалов; содержание основных принципов и определений сопротивления материалов.
	Умеет	решать задачи прикладного и теоретического характера; строить эпюры при различных видах нагружения стержней.
	Владеет	математическим аппаратом в решении задач сопротивления материалов.
ПК-1 - способность использовать научнотехническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	Знает	основные методы расчетов в сопротивлении материалов и границы их применения.
	Умеет	применять методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.
	Владеет	методами расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Введение в сопротивление материалов	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1) Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к зачету № 1-4
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	
			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11)	
2	Раздел II. Центральное растяжение – сжатие	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1)	Вопросы к зачету № 5-9
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	

			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11)	
2	Раздел III. Кручение и изгиб	ОПК-1, ПК-1	знает	Опрос (УО-1) Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к зачету № 10-20
			умеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11)	
			владеет	Решение задач на практических занятиях (ПР-11), выполнение индивидуальных заданий (ПР-11) Контрольная работа 1 (ПР-2)	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-1 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	знает (пороговый уровень)	терминологию, которая применяется в сопротивлении материалов; содержание основных принципов и определений сопротивления материалов.	знает основную терминологию, содержание основных принципов и определений	способность привести классификацию основных методов сопротивления материалов, описать этапы теоретического и экспериментального исследования
	умеет (продвинутый)	решать задачи прикладного и теоретического характера; строить эпюры при различных видах нагружения стержней.	умеет использовать основные методы сопротивления материалов	способность строить эпюры при различных видах нагружения стержней
	владеет (высокий)	математическим аппаратом в решении задач сопротивления материалов.	владеет навыками самостоятельного изучения методов сопротивления материалов	способность использовать навыки расчетов на прочность, жесткость и устойчивость и основные математические методы для проведения расчетов элементов конструкций при различных видах деформации.
ПК-1 - способность использовать научно-	знает (пороговый уровень)	основные методы расчетов в сопротивлении	знает основные методы расчетов и границы их применения	способность описать этапы теоретического и экспериментального исследе-



техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области		материалов и границы их применения.		дования
	умеет (продвинутый)	применять методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.	умеет проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость	способность применять методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость стержней
	владеет (высокий)	методами расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	владеет навыками расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость	способность использовать навыки расчетов на прочность, жесткость и устойчивость и основные математические методы для проведения расчетов стержней при различных видах деформации.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к зачету является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех индивидуальных заданий и контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Вопросы к зачёту**

1. Основные положения дисциплины «Соппротивление материалов». (Задачи сопротивления материалов. Классификация внешних сил и элементов конструкций. Допущения относительно свойств материалов и характера деформаций. Расчетная схема.)

2. Метод сечений. (Метод сечений. Внешние и внутренние силы. Внутренние силы в поперечных сечениях бруса. Эпюры внутренних силовых факторов и их особенности.)

3. Напряжения. (Понятие о напряжениях. Нормальные и касательные напряжения. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами в поперечном сечении бруса.)

4. Деформации. (Виды деформаций. Линейные и угловые деформации. Центральное растяжение (сжатие). Сдвиг. Кручение. Изгиб.)

5. Внутренние усилия и напряжения при растяжении-сжатии. (Силы в поперечных сечениях бруса. Построение эпюр продольных сил. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Гипотеза Бернулли. Принцип Сен-Венана. Эпюры нормальных напряжений.)

6. Деформации и перемещения при растяжении-сжатии. (Продольная и поперечная деформации. Связь между продольной деформацией и нормальным напряжением: закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Определение удлинения (укорочения) бруса. Жесткость бруса. Перемещение произвольного сечения бруса.)

7. Механические испытания материалов. (Напряженное состояние при растяжении (сжатии). Основные сведения о механических испытаниях материалов. Механические характеристики, определяемые при испытаниях материалов. Виды механических испытаний. Статические испытания на растяжение (сжатие). Диаграмма растяжения (сжатия) пластичных и хрупких материалов. Наклеп.)

8. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии. (КЗП. Допускаемые напряжения. Предельные напряжения. Расчетные напряжения. Виды расчетов на прочность.)

9. Статически неопределимые системы. (Понятие статически неопределимой системы. Степень статической неопределимости. Методы решения статически неопределимых задач. Температурные и начальные напряжения в статически неопределимых системах.)

10. Деформация кручения. (Основные понятия. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и перемещения при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Энергия деформации при кручении.)

11. Прямой изгиб. Основные понятия и определения. (Поперечные силы и изгибающие моменты. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.)

12. Прямой изгиб. Напряжения. (Нормальные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Расчет балок из пластичных материалов. Расчет балок из хрупких материалов. Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе.)

13. Прямой изгиб. Перемещения. Расчеты на жесткость. (Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии и его интегрирование. Энергия деформации при изгибе. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Расчеты на жесткость при изгибе. Балки переменного сечения.)

14. Косой изгиб. (Основные понятия. Расчет на прочность при косом изгибе. Нормальные напряжения при косом изгибе. Нулевая линия.)

15. Косой изгиб. (Пространственный изгиб бруса круглого поперечного сечения. Изгиб с растяжением (сжатием) бруса большой жесткости.)

16. Гипотезы прочности. (Основные понятия о гипотезах прочности. Определение эквивалентных напряжений по различным гипотезам прочности. Исследование упрощенного плоского напряженного состояния.)

17. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением. Расчет бруса круглого поперечного сечения в общем случае его нагружения.

18. Геометрические характеристики плоских сечений

19. Основы теории напряженного состояния.

20. Устойчивость сжатых стержней.

### **Критерии оценки к зачёту**

#### **"зачтено"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе самостоятельно изученного материала и проведенных ранее лабораторных и практических работ. Могут быть допущены 2-3 ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала

2. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

#### **"не зачтено"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Коллоквиум**

Вопросы к коллоквиумам и критерии оценки ответов приведены в приложении 1.

## Контрольная работа

1. Прямой брус нагружается внешней силой  $F$ . После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае,
2. Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?
3. Пользуясь методом сечений определить величину поперечной силы в сечении бруса при заданной нагрузке.
4. Определить допускаемое напряжение для материала, если имеются следующие данные:  $F_{\text{пц}} = 60$  кН,  $F_T = 62,5$  кН,  $F_{\text{max}} = 100$  кН. Нормативный запас прочности 2,5. Площадь поперечного сечения образца  $200$  мм<sup>2</sup>.
5. Для бруса, жестко заделанного обоими концами и нагруженного вдоль оси силами  $F_1$  и  $F_2$ , приложенными в его промежуточных сечениях, необходимо построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений поперечных сечений. Проверить прочность бруса, если материал бруса имеет  $\sigma_T = 260$  МПа. Требуемый коэффициент запаса  $n_T = 1.6$ .
6. Построить эпюры  $Q_y$  и  $M_x$  для двухопорной балки с известной нагрузкой

## Критерии оценки выполнения контрольной работы

### *Отметка "Отлично"*

1. Верно выполнены все задания.
2. Дано верное пояснения выполнению каждого задания.
3. Дан верный ответ на вопрос по теме задания.

### *Отметка "Хорошо"*

1. Допущены небольшие недочёты в выполнении заданий или не выполнено менее 10% заданий.
2. Дано пояснения выполнению каждого задания с некоторыми недочётами.
3. Дан ответ на вопрос по теме задания с некоторыми недочётами.

### *Отметка "Удовлетворительно"*

1. Допущены существенные недочёты в выполнении заданий или не выполнено до 30% заданий.
2. Допущены существенные недочёты в пояснении по выполнению заданий.

3. Ответ на дополнительный вопрос содержит существенные недочёты.

*Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Не выполнено или выполнено не верно более 30% задания.
2. Не может быть дано ясного пояснения к выполненным заданиям.
2. Не может быть дано ясного ответа на вопрос по теме задания.