

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

  
В.И. Прокошев

« 04 июля » 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

**Направление подготовки** 08.06.01 «Техника и технологии строительства»

**Направленность (профиль) подготовки** – Строительные материалы и изделия

**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника** «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения** - очная

Год	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Четвертый	2/108	36	-	-	72	Зачет с оценкой
Итого	2/108	36	-	-	72	Зачет с оценкой

г. Владимир 2015 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины «Соппротивление материалов» является усвоение аспирантами углубленных знаний инженерной подготовки в области проектирования и расчета типовых элементов инженерных сооружений, что необходимо для успешной производственной деятельности и последующего изучения других дисциплин.

Задачей освоения курса является изучение теории напряженно-деформированного состояния стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок; овладение методами расчета элементов конструкций на прочность и жесткость при растяжении-сжатии, кручении, сдвиге, изгибе, сложном сопротивлении; овладение методами расчёта статически неопределимых систем, при циклически меняющихся во времени, ударных и инерционных нагрузках.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)**

Дисциплина «Соппротивление материалов» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины» для подготовки аспирантов по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» направленности «Строительные материалы и изделия», изучается на втором году обучения. Для успешного освоения курса необходимы знания по циклам математических, естественнонаучных и специальных дисциплин, изучаемых по образовательным программам специалитета, бакалавриата и магистратуры: математика, теоретическая механика, техническая механика, строительные конструкции и т. д. Дисциплина Соппротивление материалов является предшествующей для последующих дисциплин профессионального цикла: строительная механика, строительные материалы и изделия.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- Навыки владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1)
- Навыки владения культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2)
- Способности соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3)
- Способности профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5)
- Умения анализировать механические системы с позиции строительной механики (ПК-1)
- Умение выполнять конечно-элементную аппроксимацию механических систем (ПК-2)
- Навыки использования МКЭ программных комплексов (ПК-3)

В результате изучения дисциплины аспирант должен

1) Знать: основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов; основы проектирования и основные методы расчета на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность строительных конструкций; - физико-механические характеристики материалов и методы их определения (ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3)

2) Уметь: проводить расчеты прочности строительных изделий аналитически и с помощью вычислительных методов; - систематизировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт, а также выявлять прототипы конструкций при проектировании новых образцов; - конструировать и использовать стандартные материалы и конструкциям при создании новых зданий и сооружений; (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3)

3) Владеть: навыками выполнения расчетов и конструирования новых, а также типовых строительных изделий и конструкций по критериям прочности и долговечности, пользуясь справочной литературой и стандартами; навыками выбора материалов по критериям прочности и долговечности; навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности. (ОПК – 1, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3)

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Сопротивление материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1	Введение. Основные понятия. Метод сечений. Внутренние усилия	2	4	-	-	3	Собеседование №1
2	Центральное растяжение-сжатие. Напряжения и деформации. Закон Гука. Механические свойства материалов. Расчет на прочность и жесткость	2	4	-	-	8	Собеседование №1

3	Геометрические характеристики плоских сечений	2	4	-	-	8	Собеседование №2
4	Сдвиг и кручение	2	4	-	-	8	Собеседование №2/Доклад №1
5	Прямой изгиб. Напряжения и деформации при изгибе. Расчет на прочность. Перемещения при изгибе.	2	4	-	-	8	Собеседование №3
6	Косой изгиб. Расчет на прочность балки при косом (сложном) изгибе.	2	4	-	-	8	Собеседование №3
7	Внецентренное растяжение-сжатие. Ядро сечения. Расчет на прочность.	2	4			8	Собеседование №3
8	Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Практический расчет сжатого стержня.	2	4			8	Собеседование №4
9	Динамическое действие нагрузки. Удар.	2	4			8	Собеседование №4/Доклад №2
	<b>ИТОГО:</b>		36	-		72	Зачет с оценкой

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для формирования и развития профессиональных навыков у аспирантов при проведении лекций, а также при самостоятельной работе применяются следующие образовательные технологии.

При проведении лекций используются электронные средства обучения (ЭСО) в виде комплекта компьютерных слайдов. Использование компьютерных технологий позволяет ввести в образовательный процесс интерактивность, развивающую активные формы обучения. Это обстоятельство позволяет обеспечить эффективность самостоятельной работы аспирантов. Для реализации комплексного подхода в учебный процесс также интегрируются интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии, а также применяются: - учебные дискуссии; мультимедийные технологии при проведении учебных занятий.

Целью самостоятельной работы являются формирование личности аспиранта, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа аспирантов заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и научной литературе, с использованием ресурсов Internet. Она

может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы аспирантов. Самостоятельная работа аспирантов сопровождается консультациями с научным руководителем.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

Для текущего контроля успеваемости аспирант предоставляет два доклада на выбранные темы. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины аспиранты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов. Текущий контроль успеваемости самостоятельной работы аспиранта осуществляется в виде собеседования.

### **Оценочные средства для текущего контроля самостоятельной работы аспирантов**

#### **Вопросы к собеседованию №1**

Тема 1: Аксиомы статики. Связи и их реакции. Система сходящихся сил. Уравнения равновесия.

Тема 2: Теория моментов. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил. Сложение пар. Условие равновесия системы пар сил.

Тема 3: Система произвольно расположенных сил. Приведение сил к центру. Главный вектор и главный момент. Уравнения равновесия. Равновесие сочлененной системы тел.

Тема 4: Пространственная система сил. Уравнения равновесия. Система параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела.

Тема 5: Центральное растяжение-сжатие. Продольная сила. Нормальные напряжения. Линейное напряженное состояние. Деформации. Закон Гука. Механические свойства материалов. Характеристики прочности. Прочностная модель типовых элементов. Расчет на прочность. Перемещения и деформации. Расчет на жесткость. Эпюры продольных сил, нормальных напряжений, линейных перемещений.

#### **Вопросы к собеседованию №2**

Тема 1: Геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции. Геометрические характеристики составных сечений. Стандартные сечения.

Тема 2: Сдвиг. Напряженное состояние чистый сдвиг. Практический расчет элементов, работающих на сдвиг. Кручение. Крутящий момент. Касательное напряжение. Угловые деформации и перемещения. Закон Гука при сдвиге. Расчет на прочность и жесткость.

Тема 3: Прямой изгиб. Внутренние усилия: поперечная сила, изгибающий момент, эпюры. Напряжения и деформации при изгибе. Прочностная модель элементов при изгибе. Расчет на прочность. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Метод Мора

#### **Вопросы к собеседованию №3**

Тема 1: Понятие о сложном сопротивлении. Косой изгиб. Внутренние усилия. Нормальное напряжение. Нулевая линия в поперечном сечении балки. Опасные точки. Расчет на прочность при косом изгибе. Перемещения.

Тема 2: Внецентренное растяжение – сжатие. Внутренние усилия. Нормальное напряжение в поперечном сечении стержня. Нулевая линия. Опасные точки. Расчет на прочность. Ядро сечения.

#### **Вопросы к собеседованию №4**

Тема 1: Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Критическая сила. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня. Формула Ясинского. Практический расчет сжатого стержня.

Тема 2: Динамическое действие нагрузки. Расчет элементов, движущихся с постоянным ускорением. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Расчет на прочность при ударе.

#### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости аспирантов**

##### **Темы для подготовки докладов**

1. \_ Зарождение и эволюция науки о сопротивлении материалов.
2. \_ История развития науки «строительная механика» история
3. \_ Рождение науки о прочности. Задача о прочности балки
4. \_ Рождение науки о прочности. Задача о продольном изгибе
5. \_ Теория Кулона.
6. \_ Развитие античной механики.
7. \_ Начала научно-технических знаний в трудах Архимеда.
8. \_ Техническое наследие Античности в трактате Марка Витрувия «Десять книг об архитектуре». Работы Навье и реформа строительной механики.
9. \_ Труды Кулибина И.П.
10. Методы, основанные на отыскании истинной кривой давления.
11. Расчет свода, как упругого тела.
12. Работы Д.И. Журавского.
13. Появление классических методов расчета ферм.
14. Становление методов расчета металлических конструкций.
15. Уникальные сооружения из стали в России и других странах.

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

##### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Статические моменты и центр тяжести поперечных сечений стержней. Моменты инерции и моменты сопротивления (примеры).
2. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей и осей, повернутых на угол  $\alpha$ .
3. Главные оси и главные моменты инерции. Свойства центробежного момента.
4. Определение внутренних усилий, напряжений, деформаций и перемещений при центральном растяжении-сжатии стержней. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
5. Расчеты на прочность. Метод предельных состояний, разрушающих нагрузок и допускаемых напряжений. Проверка прочности и подбор сечений при центральном растяжении-сжатии.

6. Статически неопределимые задачи при центральном растяжении-сжатии. Температурные и монтажные напряжения.
7. Напряженное состояние в окрестности точки тела. Тензор напряжений. Уравнения равновесия Навье. Закон парности касательных напряжений.
8. Трехосное напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках.
9. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Три вида напряженного состояния. Наибольшие касательные напряжения.
10. Двухосное напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения.
11. Понятие о чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге.
12. Перемещения и деформации в точке тела, их обозначения, правило знаков и физический смысл. Тензор деформаций. Объемная относительная деформация.
13. Связь между деформациями и перемещениями. Соотношения Коши.
14. Обобщенный закон Гука при трехосном напряженном состоянии.
15. Дифференциальные зависимости между  $Q$ ,  $M$ ,  $q$  при поперечном изгибе балок. Понятие о чистом изгибе. Характерные особенности эпюр.
16. Нормальные напряжения в поперечных сечениях балки при изгибе и их эпюры. Основные гипотезы теории изгиба балок. Рациональные типы сечений балок.
17. Касательные напряжения в поперечных сечениях балок при изгибе и их эпюры. Формула Д.И. Журавского и физический смысл входящих в нее величин.
18. Касательные напряжения в балках прямоугольного, двутаврового и круглого сечений при изгибе.
19. Расчеты балок на прочность при изгибе. Условия прочности по наибольшим нормальным и касательным напряжениям. Подбор сечений балок.
20. Главные напряжения в балках при плоском прямом изгибе.
21. Расчет балок на изгиб с учетом пластических деформаций. Понятие о пластическом шарнире. Понятие о центре изгиба.
22. Кручение стержней круглого сечения. Касательные напряжения. Определение крутящих моментов и углов закручивания в стержнях круглого сечения.
23. Расчет круглых стержней на прочность и жесткость при кручении. Главные площадки.
24. Расчет вала из пластичного материала по предельной нагрузке.
25. Понятие о чистом кручении стержней некруглого сечения. Примеры чистого кручения в различных сечениях.
26. Понятие о чистом кручении тонкостенных стержней открытого и замкнутого профиля.
27. Понятие о стесненном кручении тонкостенных стержней.
28. Основные механические характеристики материалов. Диаграмма растяжения-сжатия для малоуглеродистой стали.
29. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Дифференциальные зависимости между  $u(x)$ ,  $\varphi(x)$ ,  $M(x)$ ,  $Q(x)$ .
30. Метод начальных параметров для определения перемещений при изгибе. Типы граничных условий.
31. Вывод формулы Мора для определения перемещений стержневых систем. Частные случаи формулы Мора.
32. Правило Верещагина. Примеры перемножения эпюр. Формула для перемножения двух трапеций.
33. Случаи сложного сопротивления. Основные понятия. Положение нулевых линий.
34. Косой изгиб. Определение напряжений. Проверка на прочность.
35. Определение прогибов при косом изгибе. Подбор сечений.
36. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Нормальные напряжения. Проверка на прочность.
37. Определение грузоподъемности при внецентренном растяжении-сжатии колонны.

38. Плоский случай внецентренного растяжения-сжатия стержня. Примеры. Эпюра нормальных напряжений.
39. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Зависимость эпюры  $\sigma_x$  от точки приложения силы. Ядро сечения. Примеры построения ядра сечения.
40. Совместное действие растяжения с изгибом: формула для нормальных напряжений, уравнение нулевой линии, эпюра  $\sigma_x$ , проверка на прочность.
41. Теории прочности: 1-ая, 2-ая, 3-ья. 4-ая и теория прочности Мора.
42. Дифференциальное уравнение балки, лежащей на сплошном упругом основании. Гипотеза Фусса-Винклера. Короткие и бесконечно длинные балки.
43. Решение дифференциального уравнения для бесконечно длинной балки, лежащей на сплошном упругом основании (вывод).
44. Применение метода начальных параметров к расчету коротких балок, лежащих на сплошном упругом основании.
45. Расчет бесконечно длинной балки, лежащей на сплошном упругом основании, на действие сосредоточенной силы.
46. Понятие о расчете полубесконечных балок, лежащих на упругом основании. Понятие о расчете бесконечно длинной балки на действие распределенной нагрузки.
47. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Вывод формулы Эйлера для критической силы.
48. Влияние способов опирания стержня на величину критической силы. Понятие о критических напряжениях. Гибкость стержня.
49. Пределы применимости различных формул для критической силы. График зависимости критических напряжений от гибкости (для строительной стали).
50. Практический расчет стержней на устойчивость. Наибольшая расчетная допустимая сжимающая сила.
51. Подбор сечения сжатого стержня из условия устойчивости. Условие равноустойчивости.
52. Продольно-поперечный изгиб стержней. Расчет по деформируемой схеме. Проверка на прочность.
53. Приближенное решение дифференциального уравнения, описывающего продольно-поперечный изгиб балки. Анализ приближенной формулы для полного прогиба балки.
54. Основные положения расчета стержней на динамическую нагрузку. Коэффициент динамичности.
55. Основы расчета стержней на ударное действие нагрузки: - продольный удар (принцип расчета); - поперечный удар (принцип расчета).
56. Основы расчета статически неопределимых балок методом сил.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Соппротивление материалов [Электронный ресурс]/Межецкий Г. Д. – Дашков и К, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/ISBN9785394019722.html>.
2. Атаров Н.М. Соппротивление материалов в примерах и задачах: учебн. пособ./Атаров Н.М.-М.: НИЦ ИНФРА.-М.,2016.-407 с.ISBN9785160038711/<http://znanium.com/catalog.php?book info=>
3. Варданян Г.С. Соппротивление материалов с основами теории упругости: учебник/Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М. Атарова.-2-е изд., испр. и доп.-М.: НИЦ ИНФРА.-М., 2014.-512 с.<http://znanium.com/catalog.php?book info=44729> .

### **Дополнительная литература**



1. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Подскребко.- Минск: Высш. шк., 2007.- 797 с.- ISBN 978-985-06-1293-9.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146>
2. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс]: учеб. пос./ М.Д. Подскребко.- Минск: Высш. шк., 2009.- 669 с.-ISBN 978-985-06-1373-8.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197>
3. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Практикум по решению задач [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Подскребко.-Минск: Высш. шк., 2009.- 688 с.- ISBN 978-985-06-1458-2. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505283>.

### **Периодические издания**

Журналы:

1. Архитектура и строительство России (Индекс 73271)
2. Бетон и железобетон (Индекс 70050)
3. Жилищное строительство (Индекс 79250)
4. Известия вузов. Строительство (Индекс 70377)
5. Механизация строительства (Индекс 79251)
6. Промышленное и гражданское строительство (Индекс 70695)
7. Технологии бетонов (Индекс 46501)

### **Программное обеспечение и интернет-ресурсы**

1. <http://www.gbi-magazine.ru/> Журнал "ЖБИ и конструкции".
2. <http://vestnik.cstroy.ru/> Вестник НИЦ «Строительство».
3. Информационная справочная система «Стройэксперт».
4. Информационная справочная система «Консультант плюс».
5. MOODLE - Портал дистанционного обучения ВлГУ. - <http://www.cdo.vlsu.ru/>.

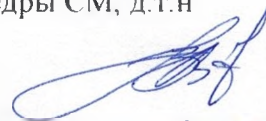
### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий необходима материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-педагогических работ. Минимально необходимый для реализации научно-исследовательской практики перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в Интернет), компьютерные классы, библиотечный фонд, специально оборудованные кабинеты для самостоятельной работы, имеющие рабочие места для аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет и т.д.

Занятия аспирантов проводятся в учебном корпусе №1, в специализированной мультимедийной аудитории №110, оборудованной проектором и комплектом научно-методических материалов по теме изучаемой дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» и направленности (профилю) подготовки 05.23.05 «Строительные материалы и изделия»

Рабочую программу составил профессор кафедры СМ, д.т.н



Валуйских В.И.

Рецензент Генеральный директор ООО «ВЗММ» Коробов А.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СМ

протокол № 8а от 04.06.2015 года.

Заведующий кафедрой



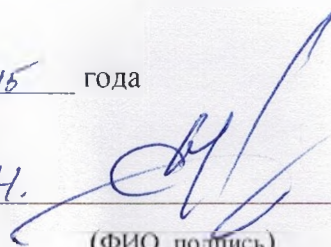
Пилато В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.06.01 «Техника и технологии строительства»

Протокол № 10 от 04.июня 2015 года

Председатель комиссии

Авдеев С.Н.



(ФИО, подпись)