

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт фундаментального образования






УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
А.В. Германенко  
» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Строительная механика	Код ПА 2.1.9
Группа специальностей Строительство и архитектура	Код 2.1
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург  
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Кислов Алексей Николаевич	д.ф-м.н., доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра строительной механики	
2	Чупин Владимир Васильевич	д.т.н., профессор	Профессор	Кафедра строительной механики	
3	Ходак Анастасия Сергеевна		Старший преподаватель	Кафедра строительной механики	

Рекомендовано учебно-методическим советом института фундаментального образования

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 5 от 27 мая 2022 г.

П.Л. Резник

Согласовано:

Начальник ОПНПК

  
Е.А. Бутрина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Строительная механика» реализуется в рамках программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ, относится к базовой части программы аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

Целью дисциплины «Строительная механика» является изучение методов расчета сооружений и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость при внешних воздействиях. Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану направленности «Строительная механика» составляет 3 зачетных единицы (108 часов), из них лекций – 4 часа, практических (семинарских) занятий и лабораторных занятий – 0 часов, самостоятельной работы – 104 часа. Дисциплина реализуется на 3-м курсе, в 6-м (весеннем) семестре. Форма промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

## 1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### Знать:

- основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы сил, отказов),
- основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций,
- методы проектных и проверочных расчетов элементов строительных конструкций,
- особенности педагогической деятельности в области профессиональной подготовки по строительной механике в образовательных организациях высшего образования, дополнительного профессионального образования, профессиональных образовательных организациях.

### Уметь:

- проектировать типовые элементы строительных конструкций, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности,
- выбирать материалы, оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов,
- разрабатывать образовательные программы и учебно-методические материалы,
- систематизировать полученные теоретические и опытные данные, обобщать полученные знания и представлять полученные результаты в форме научных публикаций;

### Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками и опытом деятельности, основанными на использовании полученных знаний и умений при проведении расчетов статически определимых и статически неопределимых систем на прочность, жесткость и устойчивость при статическом и динамическом нагружениях,
- навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач,
- навыками научной коммуникации,
- участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0.6	104
5.	Промежуточная аттестация	Экзамен	2.33	Экзамен
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6.93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Методические и экспериментальные основы строительной механики <i>самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i>	Предмет и объекты строительной механики. Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки. Диаграммы растяжения – сжатия. Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация. Влияние фактора времени. Упрочнение. Влияние скорости деформации. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов. Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической тензометрии.
P2	Основы теории упругости, пластичности и ползучести <i>самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i>	Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты

		<p>тензора деформаций. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций. Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.</p> <p>Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Уравнение Бельтрами—Митчелла. Постановка основных краевых задач теории упругости. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости.</p> <p>Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений, Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений. Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней.</p> <p>Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела. Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения. Теория предельного равновесия Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок. Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.</p> <p>Элементы теории ползучести. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости.</p>
<p><b>Р3</b></p>	<p>Строительная механика стержней и стержневых систем <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 8 часов</i></p>	<p>Языки программирования и их классификация. Высокоуровневые языки программирования. Сравнительный обзор высокоуровневых языков программирования и общие понятия высокоуровневых языков. Интегрированная среда программирования. Интерпретаторы и компиляторы. Препроцессор. Трансляция и сборка программы. Исходный текст. Встроенный редактор. Модули. Библиотеки. Исполняемая программа. Отладка и тестирование. Отладчик.</p>
<p><b>Р4</b></p>	<p>Строительная механика тонкостенных конструкций <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i></p>	<p>Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки. Изгиб круглых и кольцевых пластинок. Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Полная система уравнений теории оболочек. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения. Безмоментная теория оболочек, область применения. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Краевой эффект в круговой</p>

		цилиндрической оболочке. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.
<b>P5</b>	Динамика конструкций <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i>	Вариационные принципы динамики. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии. Нестационарные режимы в линейных системах. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней. Уравнения колебаний пластинок и оболочек. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек. Распространение волн и ударные явления в упругих телах. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия. Спектральный метод и метод расчета на воздействия, заданные акселерограммами.
<b>P6</b>	Устойчивость конструкций <i>Лекции 1 час; самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i>	Понятие устойчивости по Ляпунову. Методы решения задач устойчивости: метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод. Предельные точки и точки бифуркации. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем. Понятие о динамической устойчивости. Продольный изгиб центрально сжатых стержней. Устойчивость рам и стреловых систем. Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и гидродинамическом давлении. Устойчивость конструкций за пределом упругости. Приведенно-модульная и касательно-модульная критические силы. Концепция Шекли.
<b>P7</b>	Основы механики разрушений <i>самостоятельная работа аспиранта, 10 часов</i>	Напряжения у конца трещины. Коэффициент интенсивности напряжений и критическое равновесие трещины. Учет пластических деформаций у конца трещины. Численные и экспериментальные методы определения критического коэффициента интенсивности напряжений. Влияние толщины образцов на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.
<b>P8</b>	Теория надежности конструкций <i>самостоятельная работа аспиранта, 12 часов</i>	Основные понятия теории надежности. Виды отказов и предельных состояний. Вероятность безотказной работы сооружения как основная характеристика надежности. Статистический анализ механических свойств материалов. Вероятностное истолкование коэффициента запаса. Учет фактора времени в расчетах на надежность. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.

Р9	Теория и методы оптимизации сооружений <i>самостоятельная работа аспиранта, 12 часов</i>	Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры. Выбор критериев оптимизации. Функция цели. Ограничения. Соотношения количества варьируемых параметров и числа ограничений. Активные и пассивные ограничения. Особенности оптимизации в задачах устойчивости и динамики. Проблема оптимизаций как задача нелинейного математического программирования. Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации.
Р10	Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций <i>самостоятельная работа аспиранта, 12 часов</i>	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ. Проблема собственных значений на ЭВМ. Проблемы вычислительной устойчивости. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ. Метод граничных элементов. Разностные методы. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений. Статистическое моделирование и расчет конструкций на надежность и долговечность. Основные численные методы оптимизации. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1. Практические занятия

не предусмотрено

#### 3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений.
2. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия.
3. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.
4. Уравнения, связывающие перемещение и деформации.
5. Уравнения совместности деформаций.
6. Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела.
7. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.
8. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях.
9. Уравнение Бельтрами-Митчелла. Постановка основных краевых задач теории упругости.
10. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана.

11. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно.
12. Вариационные методы решения задач теории упругости.
13. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние.
14. Функция напряжений,
15. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений.
16. Плоская задача в полярных координатах.
17. Кручение призматических стержней.
18. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.
19. Деформационная теория пластичности.
20. Теория пластического течения.
21. Теория предельного равновесия Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.
22. Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.
23. Элементы теории ползучести. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости.
24. Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения.
25. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки.
26. Изгиб круглых и кольцевых пластинок.
27. Допущения классической теории тонких упругих оболочек.
28. Полная система уравнений теории оболочек.
29. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова.
30. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения. Безмоментная теория оболочек, область применения.
31. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Краевой эффект в круговой цилиндрической оболочке.
32. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек.
33. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.
34. Напряжения у конца трещины. Коэффициент интенсивности напряжений и критическое равновесие трещины.
35. Учет пластических деформаций у конца трещины.
36. Численные и экспериментальные методы определения критического коэффициента интенсивности напряжений.
37. Влияние толщины образцов на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.
38. Основные понятия теории надежности.
39. Виды отказов и предельных состояний.
40. Вероятность безотказной работы сооружения как основная характеристика надежности.
41. Статистический анализ механических свойств материалов.
42. Вероятностное истолкование коэффициента запаса.
43. Учет фактора времени в расчетах на надежность. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.
44. Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры.
45. Выбор критериев оптимизации. Функция цели. Ограничения. Соотношения количества варьируемых параметров и числа ограничений. Активные и пассивные ограничения.
46. Особенности оптимизации в задачах устойчивости и динамики.
47. Проблема оптимизации как задача нелинейного математического программирования.



48. Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации.
49. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности.
50. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ. Проблема собственных значений на ЭВМ.
51. Проблемы вычислительной устойчивости.
52. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ.
53. Метод граничных элементов.
54. Разностные методы.
55. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений.
56. Статистическое моделирование и расчет конструкций на надежность и долговечность.
57. Основные численные методы оптимизации.
58. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.
59. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

### 3.2.2. Примерная тематика *индивидуальных* или *групповых* проектов

не предусмотрено

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением

	ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета не предусмотрено

### 4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Предмет и объекты строительной механики. Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики.
2. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки.
3. Диаграммы растяжения – сжатия.
4. Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация.
5. Влияние фактора времени. Упрочнение. Влияние скорости деформации.
6. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов.
7. Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической интерферометрии.
8. Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения.
9. Изгиб прямолинейных стержней.
10. Расчет балок на упругом основании.
11. Особенности работы на изгиб кривых стержней.
12. Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
13. Секториальные характеристики сечения.
14. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.
15. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.
16. Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла.
17. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы.
18. Метод определения перемещений. Метод Максвелла-Мора.
19. Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Смешанный метод.
20. Расчет на температурные воздействия.
21. Понятие о расчете систем с односторонними связями.

22. Вариационные принципы динамики.
23. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии.
24. Нестационарные режимы в линейных системах.
25. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях.
26. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней.
27. Уравнения колебаний пластинок и оболочек.
28. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем.
29. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек.
30. Распространение волн и ударные явления в упругих телах.
31. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия.
32. Спектральный метод и метод расчета на воздействия, заданные акселерограммами.
33. Понятие устойчивости по Ляпунову.
34. Методы решения задач устойчивости: метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод.
35. Предельные точки и точки бифуркации.
36. Устойчивость физически и геометрически нелинейных систем.
37. Понятие о динамической устойчивости.
38. Продольный изгиб центрально сжатых стержней.
39. Устойчивость рам и стреловых систем.
40. Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге.
41. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и гидродинамическом давлении.
42. Устойчивость конструкций за пределом упругости.
43. Приведенно-модульная и касательно-модульная критические силы.
44. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений.
45. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия.
46. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.
47. Уравнения, связывающие перемещение и деформации.
48. Уравнения совместности деформаций.
49. Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела.
50. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном состоянии.
51. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях.
52. Уравнение Бельтрами-Митчелла. Постановка основных краевых задач теории упругости.
53. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана.
54. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно.
55. Вариационные методы решения задач теории упругости.
56. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние.
57. Функция напряжений,
58. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений.
59. Плоская задача в полярных координатах.
60. Кручение призматических стержней.
61. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.
62. Деформационная теория пластичности.
63. Теория пластического течения.
64. Теория предельного равновесия Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.

65. Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.
66. Элементы теории ползучести. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости.
67. Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения.
68. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки.
69. Изгиб круглых и кольцевых пластинок.
70. Допущения классической теории тонких упругих оболочек.
71. Полная система уравнений теории оболочек.
72. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова.
73. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения. Безмоментная теория оболочек, область применения.
74. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Краевой эффект в круговой цилиндрической оболочке.
75. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек.
76. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.
77. Напряжения у конца трещины. Коэффициент интенсивности напряжений и критическое равновесие трещины.
78. Учет пластических деформаций у конца трещины.
79. Численные и экспериментальные методы определения критического коэффициента интенсивности напряжений.
80. Влияние толщины образцов на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.
81. Основные понятия теории надежности.
82. Виды отказов и предельных состояний.
83. Вероятность безотказной работы сооружения как основная характеристика надежности.
84. Статистический анализ механических свойств материалов.
85. Вероятностное истолкование коэффициента запаса.
86. Учет фактора времени в расчетах на надежность. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.
87. Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры.
88. Выбор критериев оптимизации. Функция цели. Ограничения. Соотношения количества варьируемых параметров и числа ограничений. Активные и пассивные ограничения.
89. Особенности оптимизации в задачах устойчивости и динамики.
90. Проблема оптимизации как задача нелинейного математического программирования.
91. Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации.
92. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности.
93. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ. Проблема собственных значений на ЭВМ.
94. Проблемы вычислительной устойчивости.
95. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ.
96. Метод граничных элементов.
97. Разностные методы.
98. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений.
99. Статистическое моделирование и расчет конструкций на надежность и долговечность.
100. Основные численные методы оптимизации.
101. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.
102. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Рекомендуемая литература

#### 5.1.1. Основная литература

1. Александров А. В. Строительная механика: учебное пособие для вузов: в 2 кн. Кн. 2. Динамика и устойчивость упругих систем / А. В. Александров, В. Д. Потапов, В. Б. Зылев; под ред. А. В. Александрова. – М.: Высшая школа, 2008. – 384 с. (1 экз.).
2. Александров А. В. Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности: учебник для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 400 с. (32 экз.).
3. Дарков А. В. Строительная механика: учебник / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – Изд. 12-е, стер. – Санкт-Петербург; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 656 с. (10 экз.).
4. Бате К. Численные методы и метод конечных элементов / К. Бате, Э. Вилсон; пер. с англ. А. С. Алексеева под ред. А. Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1982. – 448 с.
5. Власов В. З. Тонкостенные пространственные системы / В. З. Власов. – М.: Физматгиз, 1964. – 472 с.
6. Ржаницын А. Р. Строительная механика / А. Р. Ржаницын – М.: Высшая школа, 1982. – 400с. (28 экз.).
7. Трушин С. И. Метод конечных элементов. Теория и задачи: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 653500 "Стр-во" / С. И. Трушин. — М.: АСВ, 2008.— 256 с. (1 экз.).
8. Коробко В. И. Строительная механика. Динамика и устойчивость стержневых систем: учебник / В. И. Коробко, А. В. Коробко; под общ. ред. В. И. Коробко. – М.: АСВ, 2008. – 400 с. (1 экз.).
9. Снеддон И. Н. Классическая теория упругости / И. Н. Снеддон, Д. С. Берри; пер. с англ. А. И. Смирнова под ред. Э. И. Григолоука. – М.: Вузовская книга, 2008. – 216 с. (2 экз.).
10. Бахвалов Н. С. Численные методы: учебное пособие для вузов. Т. 1. Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н. С. Бахвалов. – 2-е изд. стер. – М.: Наука, 1975. – 631 с. (9 экз.).
11. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений: учеб. для студентов вузов / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 336 с. (20 экз.).

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Оден Д. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред / Д. Оден. – М.: Мир, 1976. – 465 с. – <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457023>>.
2. Голованов А. И. Введение в метод конечных элементов статики тонких оболочек / А. И. Голованов, М. С. Корнишин. – Казань: [б. и.], 1989. – 269 с. (1 экз.).
3. Тимошенко С. П. Теория упругости / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер; под ред. Г. С. Шапиро. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1979. – 560 с. (16 экз.).
4. Колкунов Н. В. Основы расчета упругих оболочек: учеб. пособие для вузов / Н. В. Колкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 255 с. (31 экз.).
5. Новожилов В. В. Линейная теория тонких оболочек / В. В. Новожилов, К. Ф. Черных, Е. И. Михайловский. – Ленинград: Политехника, 1991. – 655 с. (1 экз.).
6. Бате К.Ю. Методы конечных элементов / К.-Ю. Бате; пер. с англ. В. П. Шидловского под ред. Л. И. Турчака. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 1024 с. (2 экз.).
7. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Н. Н. Малинин. – М.: Машиностроение, 1975. – 399с. (6 экз.).
8. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела: учеб. пособие для мех.-мат. и физ. спец. ун-тов / Ю. Н. Работнов. – 2-е изд., испр. – М.: Наука, 1988. – 712 с.

## **5.2. Методические разработки**

1. Поляков А. А. Строительная механика: учебное пособие / А. А. Поляков, Ф. Г. Лялина, Р. Г. Игнатов; под общ. ред. А. А. Полякова. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 424 с. (61 экз.)
2. Поляков А. А. Строительная механика: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Поляков, Ф. Г. Лялина, Р. Г. Игнатов; под общей редакцией А. А. Полякова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. – 452 с. – Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/53034>, свободный.

## **5.3. Программное обеспечение**

1. , Операционная система Windows 7 или выше
2. Пакет Microsoft Office 2016 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).

## **5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- Электронные журналы издательства Taylor&Francis (компания Metapress) на английском языке (<http://www.tandfonline.com>).
- Academic Search Complete (<http://search.ebscohost.com>).
- Oxford University Press (<http://www.oxfordjournals.org/en/>).
- Wiley Online Library (<http://pubs.acs.org/>).
- Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
- IEEE Xplore, Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE) (<http://www.ieee.org/ieeexplore>).
- ООО Научная электронная библиотека(<http://elibrary.ru>).
- Oxford University Press (<http://www.oxfordjournals.org/en/>).
- ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
- Scopus (<http://www.scopus.com/>).
- Springer Materials (<http://materials.springer.com/>).

## **5.5. Электронные образовательные ресурсы**

- Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>
- Электронный каталог <http://lib.urfu.ru/resources/ec/>
- Ресурсы <http://lib.urfu.ru/resources>
- Поиск <http://lib.urfu.ru/search>.

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

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Для освоения дисциплины «Строительная механика» необходимо использовать аудитории института фундаментального образования.