


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НИИД
 Г.Х. Ирзаев
«30» 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине Б1.Б.3 – Строительная механика
по направлению подготовки 08.06.01- «Техника и технологии строительства»
направленность – «Строительная механика»

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах)	108 ч. (3 ЗЕТ)
Всего аудиторных часов	34 ч.
Лекции	17 ч.
Практические занятия	17 ч.
Всего часов на самостоятельную работу аспиранта	38 ч.
Аттестация (семестр)	4 семестр, экзамен

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент  М. М. Пайзулаев

Махачкала 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Строительная механика» являются:

- формирование знаний о современных принципах и методах расчета и оценки надежности строительных конструкций при учете нелинейной работы материала.
- формирование знаний, умений и навыков, позволяющих принимать обоснованные решения в практической и научной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- дать системное представление о современном состоянии теории и прикладных методов расчета сооружений с учетом физической, геометрической и конструктивной нелинейностей;
- формирование общих закономерностей проявлений количественных и качественных показателей надежности и долговечности сооружений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы подготовки аспирантов по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства». Профессиональная основа учебной дисциплины базируется на использовании знаний и умений, приобретенных при изучении дисциплин (модулей) по направлению «Строительство». Для успешного освоения курса необходимо освоить следующие дисциплины: теоретическая механика, сопротивление материалов, теория упругости, строительная механика, строительные конструкции.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ

В результате освоения дисциплины у выпускника должны быть сформированы профессиональные компетенции:

- способность анализировать научно-технические проблемы промышленного и гражданского строительства на основе использования теории проектирования зданий и сооружений, строительной механики (ПК-1);
- способность решать научно-технические задачи промышленного и гражданского строительства путём применения методов строительной механики, методов механики деформируемого твёрдого тела (ПК-2);
- способность выполнять теоретические и экспериментальные исследования прочности и устойчивости строительных конструкций, зданий, сооружений, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований (ПК-3);
- способность разрабатывать и совершенствовать методы расчёта сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания при силовых, температурных и других воздействиях (ПК-4);
- способность осуществлять педагогическую и учебно-методическую деятельность в сфере строительной механики, участвовать в подготовке и аттестации кадров для промышленного и гражданского строительства (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы строительной механики, сопротивления материалов и теории упругости;
- методы расчета стержневых систем на статические, динамические и подвижные нагрузки;
- принципы моделирования расчетных схем сооружений; - современное состояние науки о расчете сооружений.

уметь:

- строить эпюры внутренних усилий в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах от различных видов нагрузок;
- определять перемещения в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах;
- определять критические нагрузки при расчете на устойчивость стержневых систем;
- определять частоты собственных колебаний стержневых систем с конечным числом степеней свободы и выполнять динамические расчеты.

владеть:

- навыками расчета строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- современной вычислительной техникой.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»

4.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Лекция 1. Методические и экспериментальные основы строительной механики 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. Ползучесть и длительная прочность. Экспериментальные методы строительной механики.	4	1	2	2		4	Входной контроль
2.	Лекция 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести Главные напряжения и главные площадки. Главные оси деформаций и главные деформации. Уравнения совместности деформаций. Закон Гука. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в	4	3	2	2		5	

	<p>перемещениях и напряжениях. Уравнение Бельтрами-Митчелла. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней. Основы теории пластичности. Элементы теории ползучести.</p>						
3	<p>Лекция 3. Строительная механика стержней и стержневых систем Напряжения и деформация. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Общие теоремы строительной механики. Расчет статически неопределимых систем. Вариационные принципы и вариационные методы строительной механики. Расчет стержневых систем с учетом пластических свойств материалов. Понятие о предельном состоянии.</p>	4	5	2	2	4	Контрольная работа №1 по лекциям 1,2,3
4	<p>Лекция 4. Строительная механика тонкостенных конструкций Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения. Изгиб круглых и кольцевых пластинок. Основы теории пологих тонких оболочек. Осесимметричный изгиб оболочек вращения. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем.</p>	4	7	2	2	4	
5	<p>Лекция 5. Численные методы и автоматизация расчетов конструкций Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности. Численные методы решения физически и геометрически нелинейных задач строительной механики и теории упругости. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Разностные методы.</p>	4	9	2	2	5	Контрольная работа №2 по лекциям 4,5
6	<p>Лекция 6. Основы механики разрушений 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 размеров исследуемого объекта на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.</p>	4	11	2	2	4	

7	<p>Лекция 7. Теория надежности конструкций</p> <p>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 расчете конструкций на долговечность.</p>	4	13	2	2	4	
8	<p>Лекция 8. Теория и методы оптимизации сооружений</p> <p>Постановка задачи оптимизации. Варьируемые параметры. Выбор критериев оптимизации. Функция цели. Соотношения количества варьируемых параметров и числа ограничений. Активные и пассивные ограничения. Особенности оптимизации в задачах статики, устойчивости и динамики. Проблема оптимизации как задача нелинейного математического программирования. Основные методы оптимизации.</p>	4	15	2	2	4	Контрольная работа №3 по лекциям 6,7,8
9	<p>Лекция 9. Балки и плиты на упругом основании</p> <p>Модели упругого основания. Методы расчета балок и плит на упругом основании. Особенности расчета конструкций на упругом основании, упругом полупространстве, упругом слое. Недостатки гипотезы Винклера. Расчет конструкций на упругом основании с учетом одностороннего контакта. Расчет конструкций на упругом основании с учетом физической нелинейности.</p>	4	17	1	1	4	
	Итого			17	17	38	экзамен (36 ч.)

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из литературы)
1	Методические и экспериментальные основы строительной механики	2	[1-9]
2	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	2	[1-9]
3	Строительная механика стержней и стержневых систем	2	[1-9]
4	Строительная механика тонкостенных конструкций	2	[1-9]
5	Численные методы и автоматизация расчетов конструкций	2	[1-9]
6	Основы механики разрушений	2	[1-9]
7	Теория надежности конструкций	2	[1-9]
8	Теория и методы оптимизации сооружений	2	[1-9]
9	Балки и плиты на упругом основании	1	[1-9]
	Итого	17	

4.3. Тематика для самостоятельной работы

№ п / п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Методические и экспериментальные основы строительной механики	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
2	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	5	[1-9]	Контрольная работа, опрос
3	Строительная механика стержней и стержневых систем	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
4	Строительная механика тонкостенных конструкций	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
5	Численные методы и автоматизация расчетов конструкций	5	[1-9]	Контрольная работа, опрос
6	Основы механики разрушений	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
7	Теория надежности конструкций	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
8	Теория и методы оптимизации сооружений	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
9	Балки и плиты на упругом основании	4	[1-9]	Контрольная работа, опрос
	ИТОГО	38		

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «Строительная механика» предусматривает чтение лекций, проведение практических занятий и самостоятельную работу аспирантов.

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании интерактивной доски, обеспечивающей наглядное представление лекционного и методического материала. При составлении лекционного материала используются пакеты прикладных программ. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время затрачиваемое преподавателем на построение рисунков, таблиц, графиков.

5.2. В соответствии с требованиями по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 50% аудиторных занятий или 8 ч. На практических занятиях будут применяться эвристические методы обучения, игровое проектирование, вживание в роль, учебные дискуссии по конкретным ситуациям.

Лекции 1, 3, 5, 7 проводятся с применением интерактивных технологий, с демонстрацией слайдов.

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

6.1. Контрольные вопросы входного контроля

1. Основные понятия и определения статики: абсолютно твердое тело, сила, система сил, эквивалентные системы сил. Равнодействующая и уравнивающая силы.
2. Аксиомы и основной принцип статики? Связи и их реакции.
3. Система сходящихся сил? Геометрическое и аналитическое сложение сходящихся сил? Силовой многоугольник? Равнодействующая сходящихся сил.
4. Геометрическое и аналитическое условия равновесия системы.
5. Алгебраический и векторный момент силы относительно центра.
6. Теория пар сил. Момент пары сил как вектор аксиальный? Теорема об эквивалентности пар сил на плоскости и ее следствия.
7. Основные законы механики Галилея-Ньютона. Инерционная система отсчета.
8. Основные виды сил, рассматриваемые при решении задач динамики. Система единиц.
9. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
10. Две основные задачи динамики точки.

6.2. Контрольная работа № 1

1. Расчет МСОБ. Кинематический анализ МСОБ.
2. Поэтажная схема. Основные и второстепенные элементы.
3. Алгоритм расчета. Построение эпюр.
4. Линии влияния.
5. Определение усилий по линиям влияния

6.3. Контрольная работа № 2

1. Образование трехшарнирных систем.
2. Типы трехшарнирных систем.
3. Определение опорных реакций арок и рам.
4. Внутренние усилия в трехшарнирных арках.
5. Внутренние усилия в плоских рамах.
6. Построение эпюр внутренних.

6.4. Контрольная работа № 3

1. Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.
2. Статически неопределимые системы. Внутренняя и внешняя статическая неопределимость.
3. Сущность метода сил.
4. Основная система и канонические уравнения. Рациональная основная система.
5. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил.

6. Вычисление и проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
7. Определение основных неизвестных и построение эпюры изгибающих моментов.
8. Статическая и кинематическая проверка эпюры моментов.
9. Построение эпюр поперечных и продольных сил.
10. Проверка правильности построения эпюр поперечных и продольных сил.
11. Степень кинематической неопределимости плоской системы.
12. Сущность метода перемещения.
13. Основные неизвестные и основная система метода перемещений. Канонические уравнения.

6.5. Контрольные вопросы для проведения экзамена

1. Строительная механика, ее задачи и методы. Значение курса.
2. Расчетная схема сооружения. Классификация сооружений по геометрическим признакам.
3. Геометрически изменяемые и неизменяемые системы. Мгновенно изменяемые системы. Правила образования неизменяемости систем.
4. Степень свободы системы. Лишние связи. Формулы определения степени свободы системы.
5. Понятие о диске и системе образованной из дисков. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления к земле.
6. Метод линий влияния как один из методов расчета сооружений на подвижную нагрузку.
7. Линии влияния опорных реакций для простых и консольных балок.
8. Линии влияния изгибающего момента и поперечной силы для сечения, взятого в пролете (между опорами) консольной и однопролетной балок.
9. Определение усилий по линиям влияния.
10. Построение линий влияния при узловой передаче нагрузки.
11. Многопролетные статически определимые балки. Образование. Поэтажная схема. Порядок расчета на неподвижную нагрузку.
12. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в многопролетных статически определимых балках.
13. Плоские фермы. Образование ферм. Классификация. Особенности передачи нагрузки на фермы.
14. Расчет плоской фермы на неподвижную нагрузку. Определение усилий в стержнях ферм методом сечений и вырезания узлов.
15. Построение линбий влияния усилий в стержнях ферм.
16. Трехшарнирные арки и рамы. Образование. Классификация.
17. Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой. Особенности расчета на неподвижную нагрузку.
18. Определение опорных реакций и внутренних усилий в сечениях арки от неподвижной нагрузки.
19. Построение линий влияния опорных реакций и распора в трех шарнирной арке.
20. Построение линий влияния внутренних усилий в сечениях трех шарнирной арки.
21. Сравнение трех шарнирной арки и балки. Рациональная ось трех шарнирной арки.
22. Перемещения и их обозначения. Формула определения перемещений.
23. Правила вычисления интеграла Мора.
24. Действительная и возможная работа внешних сил.
25. Действительная и возможная работа внутренних сил.
26. Статически неопределимые системы. Степень статической неопределимости.
27. Метод сил. Порядок расчета плоской рамы методом сил.
28. Основная система и канонические уравнения метода сил. Основные неизвестные метода сил.

29. Коэффициенты и свободные члены канонических уравнений метода сил. Способы их вычисления.
30. Окончательная эпюра изгибающих моментов при расчете статически неопределимой рамы методом сил. Построение эпюр поперечных и продольных сил.
31. Особенности расчета статически неопределимых ферм методом сил.
32. Расчет бес шарнирной арки методом сил. Использование метода упругих грузов.
33. Расчет двух шарнирной арки методом сил.
34. Порядок расчета плоской рамы методом перемещений.
35. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Основные неизвестные.
36. Коэффициенты и свободные члены канонических уравнений метода перемещений. Способы их вычисления и проверки.
37. Устойчивость положения и формы равновесия. Критерии и методы решения задач устойчивости. Устойчивость систем с 1 степенью свободы.
38. Устойчивость сжатого стержня постоянной жесткости. Дифференциальные уравнения. Критические силы при различных условиях закрепления концов.
39. Колебания систем с одной степенью свободы. Амплитуда, частота и период колебаний.
40. Колебание систем с n-степенями свободы. Спектр частот и форм колебаний. Частотные уравнения.

6.6. Контрольные вопросы для проверки остаточных знаний

1. Опоры. Определение опорных реакций.
2. Дифференциальные зависимости между внутренними силами и нагрузкой.
3. Построение эпюр внутренних сил.
4. Определение усилий в статически определимых стержневых системах.
5. Подбор сечений при растяжении и сжатии.
6. Подбор сечений при кручении прямого круглого стержня.
7. Вычисление моментов инерции простейших фигур (треугольник, прямоугольник, круг).
8. Подбор сечений при изгибе по максимальным и нормальным напряжениям.
9. Определение перемещений при изгибе.
10. Определение напряжений при косом изгибе.
11. Построение нулевой линии при косом изгибе.
12. Расчеты на прочность при косом изгибе.
13. Определение напряжений при внецентренном действии продольной силы.
14. Нулевая линия при внецентренном действии продольной силы.
15. Ядро сечения.
16. Формула Л.Эйлера для критической силы.
17. Статика сооружений, ее задачи и методы.
18. Различные типы систем и соответствующих им расчетных схем.
19. Типы связей и опор, их статический и кинематический анализ.
20. Расчет многопролетной статически определимой балки.
21. Определение опорных реакций и внутренних усилий в трехшарнирных системах.
22. Сопоставление балочных и трехшарнирных систем.
23. Классификация ферм по различным признакам.
24. Способы определения усилий в стержнях фермы от неподвижной нагрузки.
25. Понятие о рациональной схеме фермы.
26. Работа внешних и внутренних сил. Обобщенное выражение работы.
27. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений.
28. Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.
29. Статически неопределимые системы. Внутренняя и внешняя статическая неопределимость.

30. Сущность метода сил.
31. Основная система и канонические уравнения. Рациональная основная система.
32. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил.
33. Вычисление и проверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
34. Определение основных неизвестных и построение эпюры изгибающих моментов.
35. Статическая и кинематическая проверка эпюры моментов.
36. Построение эпюр поперечных и продольных сил.
37. Проверка правильности построения эпюр поперечных и продольных сил.
38. Степень кинематической неопределимости плоской системы.
39. Сущность метода перемещения.
40. Основные неизвестные и основная система метода перемещений. Канонические уравнения.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ»

7.1. Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ:						
1	лек, п/з, ср	Сопротивление материалов: учебник	Степин П.А.	СПб.: Лань, 2014	75	-
2	лк, пз, кр, ср	Строительная механика	Кузьмин Л.Ю.	Юрайт М., 2015	56	-
3	лк, пз, кр, ср	Строительная механика	Смирнов В.А., Городецкий А.С.	Юрайт М., 2013	20	2
4	пз, кр, ср	Строительная механика [e.lanbook.com]	Дарков А.В., Шапошников В.А.	СПб, Лань 2013	-	-
5	лк, пз, кр, ср	Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [e.lanbook.com]	Васильков Г.В., Буйко З.В.	СПб, Лань 2013		
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:						
6	лк, пз, кр, ср	Строительная механика	Дарков А.В. и др.	СТРОЙИЗДА Т М., 1986	124	-
7	пз, кр, ср	Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах	Безухов Н.И. и др.	В. ШКОЛА М., 1987	3	

8	лк, пз, кр, ср	Строительная механика	Ржаницын А.Р.	В. ШКОЛА М.,1982	45	-
9	лк, пз, кр, ср	Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (Статика стержневых систем)	Клейн Г.К. и др.	В. ШКОЛА М.,1980	13	-

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

МТО включает в себя:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная экономическая литература, экономическая научная и деловая периодика);

- компьютеризированные рабочие места для обучающихся, с доступом в сеть Интернет;

- аудитории, оборудованные проекционной техникой.

В ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» на факультетах имеются аудитории, оборудованные интерактивными, мультимедийными досками Smart Technologies Smart Board V-280, проекторами View Sonic PJD6221 DLP 2700 Lumens XGA (1024*768) 2800:1, 2,7 kg, Audio in/aut, Builliant Colour, что позволяет читать лекции в формате презентаций, разработанных с помощью пакета прикладных программ MS Power Point, использовать наглядные, иллюстрированные материалы, обширную информацию в табличной и графической форме, а также электронные ресурсы сети Интернет.

Компьютерные классы оснащены всем необходимым для проведения практических занятий оборудованием. Минимальная конфигурация установленных компьютеров: CPU Intel Pentium Dual-Core E5300 2,6 ГГц/ DDR-II 2Gb/ HDD 160GB SATA-II/ SVGA/ Ethernet/ Audiointegrated/Rinel-Lingo Video 1 card/ DVDR CD-R/ ATX корпус/ монитор 19" LCD/ клавиатура/ мышь/ коврик. На компьютерах устанавливается ОС Windows XP/Vista/7 и программное обеспечение MSOffice 2010 и др.