



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП Строительство уникальных
зданий и сооружений


(подпись) Т.Э. Уварова

«29» сентября 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой гидротехники, теории
зданий и сооружений


(подпись) Н.Я. Цимбельман

«29» сентября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нелинейные задачи строительной механики

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

курс 5, семестр 9, А(10)

лекции – не предусмотрены.

практические занятия – 72 час.

лабораторные работы – не предусмотрены.

в том числе с использованием МАО лек. 0 час / пр. 24 час

всего часов аудиторной нагрузки - 72 час.

в том числе с использованием МАО - 24 час.

самостоятельная работа - 144 час.

Расчетно-графическая работа - 2

курсовая работа / курсовой проект - не предусмотрена

зачёт – А (10) семестр

экзамен – 9 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. №1030 и приказа ректора ДВФУ №12-13-1282 от 07 июля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений протокол № 1 от «29» сентября 2016 г

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Н.Я. Цимбельман

Составитель: к.т.н. А.В. Баенхаев

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности», входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.25).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов). Учебным планом предусмотрены: практические занятия (72 часа), самостоятельная работа студента (144 часа, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену). В составе дисциплины предусмотрено выполнение студентами по одной расчетно-графической работе в каждом семестре. Дисциплина реализуется на 5 курсах в 9 и А (10) семестрах. Форма контроля: в А (10) семестре – зачет, в 9 семестре - экзамен.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вариационное исчисление», «Физика», «Информационные технологии в строительстве», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Строительная механика», «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести», «Механика грунтов».

Дисциплина охватывает следующий круг вопросов: виды нелинейности в теории расчета конструкций; основные положения нелинейной строительной механики; методы решения задач нелинейной теории упругости и теории пластичности; расчет физически нелинейных стержневых систем; геометрически нелинейные задачи; большие перемещения и неустойчивость конструкций; основы метода конечных элементов (МКЭ) для решения нелинейных задач; расчет конструкций по несущей способности; метод предельного равновесия.

Цель дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» - дать современному специалисту необходимые представления, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов с учётом нелинейностей, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата.

Задачи дисциплины:

- получить необходимые представления о методах и приемах расчета сооружений в нелинейной постановке;
- сформировать у студентов навыки владения средствами расчета сооружений в нелинейной постановке.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы,

характеризуют этапы формирования следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 6 использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета сооружений на динамические нагрузки и устойчивость
	Умеет	применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету сооружений на динамические нагрузки и устойчивость;
	Владеет	методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых сооружений на динамические нагрузки и устойчивость
ОПК – 7 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	виды нелинейности в теории расчета конструкций; расчетную схему сооружения в нелинейной постановке; сооружения;
	Умеет	грамотно составить расчетную схему сооружения в нелинейной постановке; выбрать наиболее рациональный метод расчета в нелинейной постановке
	Владеет	навыками расчета сооружений в нелинейной постановке
ПК – 10 знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	Знает	научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по вопросам нелинейных задач строительной механики
	Умеет	ориентироваться в вопросах расчета сооружений в нелинейной постановке
	Владеет	методами расчета сооружений в нелинейной постановке
ПК – 11 владение методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Знает	основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов в нелинейной постановке из различных материалов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия
	Умеет	выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях найти распределение усилий и напряжений, обеспечить необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов
	Владеет	методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования для расчета сооружений в нелинейной постановке

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: «проблемная лекция», «лекция-визуализация», «лекция-беседа», «групповая консультация».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Семестр 9

Тема 1. Введение. Виды нелинейности в теории расчета конструкций. (4 часа)

Общие фундаментальные понятия о природе возникновения геометрической и физической нелинейностей в задачах строительной механики.

Физическая нелинейность. Нелинейно-упругий, упруго-пластический и жесткопластический материал. Аппроксимация экспериментальных кривых деформирования материалов.

Геометрическая нелинейность, конструктивная нелинейность, генетическая нелинейность.

Основные постановки при решении задач нелинейной строительной механики. Основные теоремы строительной механики нелинейных стержневых систем.

Тема 2. Основные положения нелинейной строительной механики (6 часа)

Тензоры напряжений, деформаций и скоростей деформаций. Инварианты тензоров напряжений и деформаций. Основные уравнения нелинейно-упругого и упругопластического тела. Простое и сложное нагружения. Активная и пассивная деформации.

О теориях деформирования.

Тема 3. Методы решения задач нелинейной теории упругости и теории пластичности (4 часа)

Метод упругих решений (МУР). Метод переменных параметров упругости (МППУ). Метод дополнительных деформаций. Метод Ньютона–Рафсона. Модифицированный метод Ньютона–Канторовича. Метод последовательного нагружения (МПН). Учет последовательности возведения наращиваемых сооружений.

Тема 4. Расчет физически нелинейных стержневых систем (4 часа)

Основы расчета нелинейно-упругих балок. Примеры расчета физически нелинейных стержневых систем приближенными методами

Семестр 10

Тема 5. Геометрически нелинейные задачи. Большие перемещения и неустойчивость конструкций (4 часа)

Особенности расчета по деформированному состоянию. Точный расчет по деформированному состоянию. Расчет по деформированному состоянию способом последовательных приближений. Расчет рам по деформированному состоянию последовательными приближениями. Продольно-поперечный изгиб.

Тема 6. Основы метода конечных элементов (МКЭ) для решения нелинейных задач (8 часов)

Типы конечных элементов для учета физической и геометрической нелинейностей. Программные расчетные комплексы Лира, SCAD, ANSYS, для решения нелинейных задач конструкций на ПЭВМ. Создание конечно-элементных моделей конструкций. Управление нелинейным расчетом с использованием шаговых и шагово-итерационных решателей, последовательность выполнения расчетов в ПК SCAD, Лира, ANSYS.

Учет геометрической, физической и генетической нелинейности при расчете стержневых систем методом конечных элементов.

Расчет геометрически нелинейных большепролетных конструкций - вантовых и висячих систем.

Метод конечных элементов для анализа устойчивости геометрически нелинейных систем.

Тема 7. Расчет конструкций по несущей способности. Метод предельного равновесия (4 часа)

Основы расчета конструкций по предельному состоянию. Статический и кинематический методы решения задач предельного равновесия.

Растяжение и сжатие. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Предельное равновесие многопролетных неразрезных балок. Особенности расчета изгибаемых конструкций методом предельного равновесия. Применения статической и кинематической теорем. Расчет рам и арок. Расчет ферм. Влияние упругости и смещений опор на величину предельной нагрузки. Предельное равновесие изгибаемых пластин.

Применение методов математического программирования для задач предельного равновесия.

Понятие о приспособляемости конструкций.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Семестр 9

Темы практических занятий (36 часов).

Тема 1. Физическая нелинейность. Нелинейно-упругий, упругопластический и жёстко-пластический материал. Аппроксимация экспериментальных кривых деформирования материалов (4 часа).

Тема 2. Геометрическая нелинейность, конструктивная нелинейность, генетическая нелинейность (4 часа).

Тема 3. Основные постановки при решении задач нелинейной строительной механики. Основные теоремы строительной механики нелинейных стержневых систем (4 часа).

Тема 4. Тензоры напряжений, деформаций и скоростей деформаций. Инварианты тензоров напряжений и деформаций. Основные уравнения нелинейно-упругого и упругопластического тела (4 часа).

Тема 5. Метод упругих решений (МУР). Метод переменных параметров упругости (МППУ) (4 часа).

Тема 6. Метод дополнительных деформаций. Метод Ньютона–Рафсона. Модифицированный метод Ньютона–Канторовича (4 часа).

Тема 7. Метод последовательного нагружения (МПН). Учет последовательности возведения наращиваемых сооружений (4 часа).

Тема 8. Примеры расчета физически нелинейных стержневых систем приближенными методами (4 часа).

Тема 9. Расчёт по деформированному состоянию способом последовательных приближений. Расчёт рам по деформированному состоянию последовательными приближениями (4 часа).

Семестр 10

Темы практических занятий (16 часов).

Тема 10. Программные расчетные комплексы Лира, SCAD, ANSYS, для решения нелинейных задач конструкций на ПЭВМ. Создание конечно-элементных моделей конструкций (4 часа).

Тема 11. Управление нелинейным расчетом с использованием шаговых и шагово-итерационных решателей, последовательность выполнения расчетов в ПК SCAD, Лира, ANSYS (4 часа).

Тема 12. Расчет геометрически нелинейных большепролетных конструкций - вантовых и висячих систем (2 часа).

Тема 13. Расчет по предельному равновесию рам, арок и ферм (2 часа).

Тема 14. Предельное равновесие изгибаемых пластин (2 часа).

Тема 15. Применение методов математического программирования для задач предельного равновесия (2 часа).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нелинейные задачи строительной механики» 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 обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
Проблемы обустройства и эксплуатации нефтегазовых месторождений					
Семестр 9					
1	Занятие 1 -9	ОПК-6, ОПК-7, ПК-10, ПК-11	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-15
			владеет	ПР-4	Зачет
Семестр 10					
2	Занятие 1-15	ОПК-6, ОПК-7, ПК-10, ПК-11	знает	УО-1	Экзамен
			умеет	УО-3	Экзамен, ПР-15
			владеет	ПР-4	Экзамен, ПР15

Примечание: принятые сокращения для обозначения форм оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, 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.

При проведении текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении текущей и промежуточной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

- форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумажном носителе, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Расчетно-графические работы

Расчетно-графическая работа № 1. «Расчет физически-нелинейной балки»

Расчетно-графическая работа № 2. «Расчет геометрически нелинейной висячей системы по МКЭ»

Расчетно-графическая работа № 3. «Расчет стержневой системы с учётом последовательности монтажа по МКЭ»

Расчетно-графическая работа № 4. «Определение предельной нагрузки жесткопластической стержневой системы с применением линейного программирования»

Вопросы к экзамену (9-й семестр).

1. Какие основные принципы лежат в основе линейной строительной механики?
2. Какие методы расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость разработаны в строительной механике?
3. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу допускаемых напряжений?
4. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу разрушающих нагрузок?
5. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу предельных состояний?
6. Какие виды нелинейности учитываются при прочностных расчетах инженерных сооружений и конструкций?
7. Что такое физическая нелинейность, для каких материалов она характерна?
8. Что такое геометрическая нелинейность?
9. Что такое конструктивная нелинейность, ее виды?
10. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете физической нелинейности материала?
11. То же, при учете геометрической нелинейности сооружений и конструкций?
12. То же, при учете конструктивной нелинейности сооружений и конструкций?
13. Какой вид имеют диаграммы деформирования упругого, упругопластического, жесткопластического и нелинейно-упругого тела?
14. Какие существуют классификации нелинейных задач теории упругости?

15. Какой вид имеют диаграммы деформирования физически нелинейного материала?
16. В чем состоит отличие между нелинейно-упругим и упругопластическим материалом?
17. В чем состоит особенность формулы для определения перемещений (Мора–Максвелла) применительно к расчету нелинейных задач строительной механики?
18. Какие четыре основные постановки задач нелинейной теории строительной механики возможны в практических расчетах?
19. В чем состоит основная предпосылка нелинейной теории упругости?
20. В чем состоит основная гипотеза в теории пластичности?
21. Что называется тензором напряжений, тензором деформаций и тензором скоростей деформаций?
22. Какой вид имеет тензор напряжений, тензор деформаций и тензор скоростей деформаций в главных осях напряжений?
23. На какие составляющие раскладывается тензор напряжений, тензор деформаций и тензор скоростей деформаций?
24. Какой вид имеют шаровые тензоры напряжений, деформаций и скоростей деформаций?
25. Какой вид имеют тензоры девиаторы напряжений, деформаций и скоростей деформаций?
26. С какой составляющей тензора напряжений связывают изменение объема, а с какой изменение формы тела?
27. По каким формулам подсчитываются средние напряжения, линейные деформации и скорости линейной деформации?
28. Какая величина характеризует скорость объемной деформации?
29. Из какого уравнения определяются главные напряжения?
30. Что называется инвариантами? Чему равны первый, второй и третий инварианты напряжений и деформаций?
31. Чему равны интенсивности нормальных и касательных напряжений?
32. Чему равны интенсивности линейных деформаций и деформаций сдвига?
33. Какие величины в теории упругости принято называть обобщенными напряжениями и деформациями?
34. Чему равны обобщенные напряжения и деформации при одноосном сжатии или растяжении, чистом сдвиге и всестороннем равномерном сжатии?
35. Какие основные уравнения описывают нелинейно-упругие тела? Их физический смысл?
36. Какой вид имеют уравнения равновесия?
37. Какие виды граничных условий применяются в теории упругости? Запишите уравнения статических граничных условий.
38. Какой вид имеют геометрические уравнения?
39. Какой вид имеют уравнения совместности или неразрывности деформаций и в каких плоскостях они связывают между собой составляющие деформаций?
40. Какой вид имеет реологическое уравнение состояния тела?
41. Как записываются законы изменения формы и объема?
42. Что такое простое и сложное нагружение?
43. Что такое активная и пассивная деформации?

44. Какие существуют основные группы теорий пластичности?
45. Какие приняты основные допущения теорий пластичности?
46. Как конкретно формулируются основные допущения в деформационной теории пластичности?
47. Что называется модулем пластичности?
48. Что такое параметры Надаи–Лоде?
49. Как записываются уравнения Генки?
50. Как определяются упругие и пластические составляющие деформации в деформационной теории пластичности?
51. Как учитывается процесс разгрузки в деформационной теории пластичности?
52. Как конкретно формулируются основные допущения в теории пластического течения?
53. Какой вид имеют уравнения Сен-Венана–Мизеса?
54. Что такое пластический потенциал, чему он равен?
55. Что такое ассоциированный закон течения?
56. Какие основные идеализованные тела применяются в механике сплошной среды?
57. Как записываются реологические уравнения состояния евклидова тела?
58. Как записываются реологические уравнения состояния идеальной паскалевской жидкости?
59. Как записываются реологические уравнения состояния упругого линейно деформируемого тела?
60. Какие зависимости существуют между модулем объемной деформации, модулем упругости, модулем сдвига и коэффициентом Пуассона в идеально упругом теле?
61. Какой вид диаграмм «напряжение-деформация» для жесткопластического тела Сен-Венана и упругопластического тела Прандтля (диаграмма Прандтля)?
62. По каким формулам определяются переменные параметры упругости?
63. Какой геометрический смысл секущего, секториального и касательного модулей упругости?
64. Как записывается обобщенный закон Гука в напряжениях и деформациях и их приращениях в канонической и матричной формах?
65. Как записываются уравнения нелинейного деформирования в форме, предложенной А.А. Ильюшиным?
66. Что такое коэффициент линейной деформируемости среды?
67. Какие существуют виды напряженных состояний сооружений?
68. В чем состоит суть теории прочности Треска–Сен-Венана?
69. В чем состоит суть теории прочности Мизеса, ее энергетическое обоснование?
70. Какой вид имеет условие прочности Мизеса–Шлейхера?
71. В чем состоит суть теории прочности Мора–Кулона?
72. Что такое явление «разрыхления» материала при пластической деформации?
73. Какой вид имеют критерии теории максимальных касательных напряжений В.В. Новожилова?
74. Какой вид имеет степенная зависимость между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
75. Какой вид имеют комбинированные зависимости между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?

76. Какой вид имеет дробно-линейная зависимость между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
77. Какой вид имеет диаграмма В.В. Соколовского между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
78. Как вычисляются секущие и касательные модули упругости для представленных выше зависимостей?
79. Какой вид имеет система основных дифференциальных уравнений метода перемещений для нелинейно-упругого и упругопластического тела и его матричная форма?
80. В чем состоит суть метода упругих решений? Его алгоритм и форма матричной реализации?
81. В чем состоит суть метода переменных параметров упругости? Его алгоритм и форма матричной реализации?
82. В чем состоит суть метода дополнительных деформаций? Его алгоритм и форма матричной реализации?
83. В чем состоит суть метода Ньютона–Рафсона? Его алгоритм и форма матричной реализации?
84. В чем состоит суть модифицированного метода Ньютона–Канторовича? Его алгоритм и форма матричной реализации?
85. В чем состоит суть метода последовательного нагружения? Его алгоритм и форма матричной реализации?
86. Как осуществляется учет последовательности возведения наращиваемых сооружений?
87. Какие достоинства и недостатки имеют вышеизложенные методы?
88. При каких условиях справедлив закон плоских сечений в нелинейно-упругих балках?
89. Какой вид имеет эпюра нормальных напряжений по высоте поперечного сечения в зависимости от уравнения между напряжениями и деформациями?
90. Какой вид имеют зависимости между кривизной оси балки и изгибающим моментом при разных уравнениях между напряжениями и деформациями для сечений в форме прямоугольного или идеального двутавра?
91. Что называется статическим моментом, моментом инерции и моментом сопротивления $(k + 1)$ -го порядка?
92. По каким формулам определяются напряжения в нелинейно-упругих балках?
93. Чему равен пластический момент сопротивления при изгибе?
94. Чему равны изгибающие моменты в физически нелинейных стержневых системах при различных законах изменения диаграммы «напряжение-деформация»?
95. Какой вид имеет дифференциальное уравнение изогнутой оси балки в физически нелинейных стержневых системах?
96. Какие способы решения дифференциального уравнения изогнутой оси балки, рассмотрены в данной главе?
97. Какие алгоритмы приближенного решения дифференциального уравнения изогнутой оси балки применяются в методе переменных параметров упругости (МППУ)?
98. Какие алгоритмы приближенного решения дифференциального уравнения изогнутой оси балки применяются в методе последовательного нагружения (МПН)?
99. Какие достоинства и недостатки имеют МППУ и МПН?

Вопросы к зачету (10-й семестр).

1. Какие системы относятся к геометрически нелинейным?
2. В чем состоит различие при обычном линейном расчете и расчете по деформируемой схеме?
3. Как осуществляется расчет по деформированному состоянию способом последовательных приближений?
4. Что называется продольно-поперечным изгибом?
5. Как влияет на величину прогибов и изгибающих моментов при продольно-поперечном изгибе сжимающая или растягивающая продольная сила?
6. В чем состоит отличие эйлеровой силы используемой при продольно-поперечном изгибе от критической нагрузки по формуле Эйлера?
7. Назовите зависимость между напряжениями и поперечной нагрузкой при продольно-поперечном изгибе.
8. Почему расчет сжато-изогнутых стержней на продольно-поперечный изгиб следует производить по методу допускаемых нагрузок?
9. Как учитывается геометрическая нелинейность в стержневых системах, работающих на растяжение-сжатие МКЭ?
10. Что называют консервативной нагрузкой?
11. В чем состоит метод вычисления добавок к реакциям, предложенный В.В. Болотиним?
12. Как составляются обычные матрицы жёсткости конечных элементов?
13. Как составляются геометрические матрицы жёсткости конечных элементов?
14. Как составляются обычные матрицы жёсткости и геометрические матрицы жёсткости системы?
15. Как записывается основное уравнение МКЭ в задачах устойчивости?
16. Как находится форма потери устойчивости в МКЭ?
17. Как определяется критическая нагрузка в МКЭ?
18. Что понимается под явлением приспособляемости в конструкциях?
19. Какие три возможных случая деформирования в элементах конструкций возможны при повторных нагружениях конструкции за пределами упругости?
20. Какие фермы называются равнопрочными или не равнопрочными?
21. Какой вид имеют диаграммы при однократном и многократном нагружении равнопрочных и не равнопрочных ферм?
22. В каких фермах отсутствует явление приспособляемости и по каким причинам?
23. При каких условиях и в каких фермах возникает явление приспособляемости?
24. Какими особенностями обладают приспособившиеся фермы?

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.М. Иванов [и др.]; под ред. К.М. Иванова. - СПб. : Политехника, 2011. <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785732509960.html>
2. Агапов В.П. Строительная механика, курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Агапов В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 179 с. <http://www.iprbookshop.ru/58215.html>

3. Основы теории упругости и пластичности [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Кожаринова Л.В. - М. : Издательство АСВ, 2010. <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930937121.html>
4. Галабурда М.А. Строительная механика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по проведению практических занятий/ Галабурда М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2011.— 46 с. <http://www.iprbookshop.ru/46765.html>
5. Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кирсанова Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.— 110 с. <http://www.iprbookshop.ru/733.html>
6. Сопротивление материалов: Учеб. пособие / Р.Н. Сиренко. - М.: РИОР, 2007. - 157 с. <http://znanium.com/catalog/product/118656>

Дополнительная литература

1. Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс] : учебник / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121>
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:699524&theme=FEFU> (3 экз.)
2014 - <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:77765&theme=FEFU> (4 экз.)
2. Кидакоев А.М. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для тестового контроля/ Кидакоев А.М., Шайлиев Р.Ш.— Электрон. текстовые данные.— Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27232.html>
3. Метод конечных элементов в расчёте сооружений. Теория, алгоритм, примеры расчётов в программном комплексе SIMULIA Abaqus [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Сидоров В.Н., Вершинин В.В. - М. : Издательство АСВ, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785432300904.html>
4. Михайлов А.М. Сопротивление материалов. Учебник. М: Академия. 2009 г. - 448 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:290856&theme=FEFU> (32 экз.)
5. Петров В.В. Нелинейная инкрементальная строительная механика [Электронный ресурс]/ Петров В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2014.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23318.html>
<http://znanium.com/catalog/product/520348>
6. Сопротивление материалов : лабораторный практикум ч. 2 / Е. К. Борисов, Е. А. Гридасова ; Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2010. 64 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:381425&theme=FEFU> (19 экз.)
7. Сопротивление материалов : учебник для технических вузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. Москва : Альянс, 2014. 624 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:720595&theme=FEFU> (7 экз.)
8. Галабурда М.А. Строительная механика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по проведению практических занятий/ Галабурда М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2011.— 46 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46765.html>
9. Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кирсанова Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.— 110 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/733.html>
10. Сопротивление материалов: Учеб. пособие / Р.Н. Сиренко. - М.: РИОР, 2007. - 157 с. <http://znanium.com/catalog/product/118656>
11. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Электронный ресурс] : руководство / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 596 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1296>
12. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс] : учеб. пос. / М.Д. Подскребко. - Минск: Выш. шк., 2009. - 669 с. <http://znanium.com/catalog/product/505197>
<http://www.iprbookshop.ru/20141.html>

13. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.М. Иванов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59486.html>

14. Электронные ресурсы:

1. Научная библиотека ДВФУ - <https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?theme=FEFU>
2. Электронно-библиотечная система - <http://znanium.com/>
3. Сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов - www.edulib.ru
4. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>
5. Сетевая библиотека - <http://www.netlibrary.com>
6. Российская Государственная библиотека - <http://www.rsl.ru>
7. Строительная механика и расчёт сооружений (научно-технический журнал) <http://stroy-mex.narod.ru/>
8. Известия высших учебных заведений. Строительство (научно-теоретический журнал). <http://izvuzstr.sibstrin.ru/>
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7723
9. Надёжность (научно-технический журнал) <http://www.dependability.ru/jour>
10. Строительная механика инженерных конструкций и сооружений (научно-технический журнал). <http://journals.rudn.ru/structural-mechanics>
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25196

Программное обеспечение

1. Программа «ANSYS» для решения задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.
2. Программа «Fidesys» для решения задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.
3. Программа «SCAD Office» для расчёта строительных конструкций.
4. Программа «STARK» для расчёта строительных конструкций.
5. Программа «ЛИРА-САПР» для расчёта строительных конструкций.

VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения аудиторных занятий, активной работы на практических занятиях и семинарах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной, дополнительной и нормативной литературой.

Запись конспекта лекций или практических занятий – одна из основных форм активной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Работа над текстом лекции или практического занятия способствует более глубокому пониманию материала лекции ее содержание, позволяет развивать аналитическое мышление. В конце лекции преподаватель оставляет время (5-10 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу.

При формировании конспекта студенту рекомендуется придерживаться некоторых правил графического дизайна оформления текста. В частности, необходимо четко выделять заголовки различных уровней шрифтами одинакового для каждого уровня исполнения. Формулировки и определения выделять обозначением на полях, шрифтом, цветом или подчеркиванием. Текст одинаковой значимости должен быть выделен одним и тем же способом.

Предпочтительным является фиксирование лекционного материала в виде таблиц или, если это возможно, организационных диаграмм.

Для наилучшего восприятия материала рекомендуется писать конспект разборчивым почерком и применять только общепринятые или понятные данному студенту сокращения.

Каждому студенту рекомендуется разработать индивидуальную систему понятных ему сокращений.

При подготовке к занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций или практических занятий, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В случае наличия неясных моментов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем, подготовить список вопросов, которые необходимо будет задать преподавателю на следующей лекции или ближайшей консультации, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса - залог успешной работы и положительной оценки.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой следует начинать со знакомства со списком рекомендуемой учебной литературы по дисциплине (см. раздел 5 рабочей программы), в которой перечислены основная, дополнительная и нормативная литература, иные издания, интернет-ресурсы, необходимые для работы на занятиях.

Выбрав нужный источник, следует найти в нем интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, сопоставив с соответствующим разделом собственного конспекта.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Для полноты информации необходимо стремиться ознакомиться со всеми рекомендованными печатными и электронными источниками информации в необходимом для понимания темы полном объеме.

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего специалиста.

Рекомендации по подготовке к экзамену (зачету)

Подготовка к экзамену (зачету) является завершающим этапом в изучении дисциплины (семестра). Подготовку следует начинать с первой лекции и с первого практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течении всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Перед сдачей экзамена (зачета) студент должен сдать (защитить) отчеты по всем предусмотренным учебным планом практическим работам, сдать тесты (при необходимости), курсовую работу (или проект), если такая предусмотрена учебным планом.

Уточнить время и место проведения экзамена (зачета).

При подготовке к экзамену (зачету) студенту не позднее чем за неделю до экзамена (зачета) рекомендуется подготовить перечень экзаменационных вопросов и комплект источников для подготовки ответов на экзаменационные вопросы: конспект лекций, рекомендованные учебные пособия и учебно-методические материалы. При наличии интернет-источников обеспечить доступ в интернет и подготовить список необходимых сайтов.

Подготовку к экзамену (зачету) необходимо проводить не менее трех-четырех полных дней без существенных перерывов и отвлечения на посторонние темы.

При сдаче экзамена (зачета) необходимо учитывать, что при оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять причину и следствия процесса;
- способности дачи адекватных выводов и заключений;
- ориентирование в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа.

Требования к допуску на зачет/экзамен

Для допуска к зачету/экзамену студент должен:

- обязательно посещать занятия (для очной формы обучения);
- иметь конспект лекций;
- иметь материалы по практическим занятиям,
- иметь материалы выполнения лабораторных работ (при наличии в учебном плане);
- выполнить в полном объеме задания к практическим занятиям (например, решенные задач, реферат, доклад изученного материала, представленный в виде презентации и прочие задания, предусмотренные рабочей учебной программой дисциплины в рамках практических занятий);
- защитить контрольные работы и тесты (при наличии в учебном плане);
- защитить расчетно-графические работы (при наличии в учебном плане);
- защитить курсовую работу или курсовой проект (при наличии в учебном плане);

Студент обязан не только представить комплект выполненных заданий и прочих материалов, необходимых для допуска к зачету/экзамену по изучаемой дисциплине, но и уметь ответить на вопросы преподавателя, касающиеся решения конкретной задачи или выполненного студентом задания.

В случае невыполнения вышеизложенных требований студент *не допускается* к сдаче зачета или экзамена.

VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория, Е706	Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема

	аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е708 и Е709, на 50 человек	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK, Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi, беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.