



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и
коммерциализации

_____ И.В. Ившин
« ____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Строительная механика»

2. Технические науки

(код и наименование области наук)

2.1. Строительство и архитектура

(код и наименование группы научных специальностей)

2.1.9. Строительная механика

(код и наименование научной специальности)

Форма обучения
Очная

Казань, 2024

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение теоретических и практических навыков проведения научно-исследовательской работы по направлениям, приведённым в паспорте научной специальности 2.1.9 «Строительная механика».

Задачи дисциплины:

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– овладение методами экспериментального исследования работы строительных конструкций под механической нагрузкой и под действием иных воздействий;

– овладение методами компьютерного моделирования НДС строительных конструкций и постановкой численного эксперимента с варьированием разнообразных факторов;

– овладением методами построения расчётных схем и моделей строительных конструкций.

В результате изучения дисциплины «Строительная механика» 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 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.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Строительная механика» изучается на 4 году обучения в 8-ом семестре. Дисциплина относится к профессиональному циклу образовательного компонента программы аспирантуры.

3. Содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа), самостоятельная работа аспиранта 74 часа. На кандидатский экзамен отводится 36 часов, из которых 6 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем, самостоятельная работа аспиранта 30 часов.

Вид учебной работы	Трудоемкость дисциплины	
	Всего часов	в том числе по семестру
		8 семестр
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108

Контактная работа аспиранта с преподавателем,	34	34
Лекционные занятия (Лек)	34	34
Практические занятия (Пр)	-	-
Самостоятельная работа аспиранта (СРС):	74	74
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет, зачет с оценкой)	Допуск к кандидатскому экзамену	Допуск к кандидатскому экзамену
Общая трудоемкость, час	108	108
Общая трудоемкость, ЗЕ	3	3
КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН	36	36
Контактная работа аспиранта с преподавателем	6	6
Самостоятельная работа аспиранта	30	30
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет, зачет с оценкой)	Кандидатский экзамен	Кандидатский экзамен

3.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Всего часов на раздел	Объем часов/зачетных единиц			
			Лекции	Практические занятия / Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Проведение исследование в области железобетонных конструкций	26	10			24
2.	Проведение исследование в области металлических конструкций	26	12			24
3.	Современные методы расчёта строительных конструкций	26	12			26
Итого:		108	34			74
Кандидатский экзамен		36	6			30

3.3. Лекционный курс

РАЗДЕЛ 1. Методические и экспериментальные основы строительной механики.

Предмет и объекты строительной механики. Местостроительной 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 факторов времени. Упрочнение. Влияние скорости деформации. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкоеразрушение. Усталость материалов. Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической тензометрии.

РАЗДЕЛ 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести.

Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты 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 состоянии. 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. 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. 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. Элементы теории ползучести. Установившаяся и не установившаяся ползучесть. Основы теории линейной вязкоупругости.

РАЗДЕЛ 3. Строительная механика стержней и стержневых систем.

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.

РАЗДЕЛ 4. Строительная механика тонкостенных конструкций.

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 цилиндрической оболочке. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем. Расчет призматических складчатых систем.

РАЗДЕЛ 5. Динамика конструкций

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.

РАЗДЕЛ 6. Устойчивость конструкций

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 стрелневых 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.

РАЗДЕЛ 7. 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 толщины образцов на результаты экспериментального определения вязкости разрушения.

РАЗДЕЛ 8. Теория надежности конструкций

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.

РАЗДЕЛ 9. Теория и методы оптимизации сооружений

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 оптимизации как задача нелинейного математического программирования. Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации.

РАЗДЕЛ 10. Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций

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.

3.4. Практические занятия – не предусмотрены.

3.5. Лабораторные занятия – не предусмотрены.

3.6. Содержание самостоятельной работы

Раздел 1. Нелинейный расчёт и конструирование железобетонных конструкций.

Раздел 2. Нелинейный расчёт и конструирование металлических конструкций.

Раздел 3. Расчёт зданий и сооружений на прогрессирующее обрушение.

4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью аспирантов.

Текущий контроль успеваемости аспирантов включает в себя: контрольный опрос, реферат.

5. Критерии оценки:

«Зачтено» - на заданные вопросы даны достаточно полные. Аргументированные ответы, материал изложен последовательно, логично. Продемонстрировано умеренное владение терминологией изучаемой дисциплины. Возможны незначительные ошибки или неточности, самостоятельно исправленные при ответе на дополнительные вопросы;

«Не зачтено» - при ответе аспирант обнаруживает незнание или непонимание наиболее существенной части вопросов, допускает существенные ошибки, которые не может исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора. Демонстрирует грубое нарушение логики изложения.

Тематика рефератов по дисциплине «Строительная механика».

Зачет проводится в форме защиты подготовленного реферата, результаты сдачи реферата выставляются в зачетную ведомость и учитываются при допуске аспиранта к экзамену (кандидатскому экзамену). При наличии оценки «зачтено» аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине Строительная механика.

Примерный комплект тем рефератов и презентаций

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 упруго пластического 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

идолговечность.

57. Основные численные методы оптимизации.

58. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.

59. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

6. Методические рекомендации по оформлению рефератов

Реферат выполняется в течение семестра и защищается в конце семестра перед сдачей экзамена.

Тема реферата избирается самим аспирантом из числа предложенных преподавателем или из рекомендованных ему научным руководителем.

Реферат является самостоятельным теоретическим обзором литературы по избранной теме. В нем должны быть изложены основные подходы и концепции рассматриваемой проблемы, высказана обоснованная точка зрения. В реферате необходимо показать научную актуальность темы и ее практическое значение.

К реферату предъявляются следующие требования:

1. Наличие титульного листа.
2. Наличие четкой структуры: содержание; введение; не менее 2-х частей; заключение.
3. Наличие списка используемых источников; ссылок на литературу.
4. Оптимальный объем реферата 20-30 страниц (Шрифт - 14 пунктом Times New Roman, полуторный интервал; поля - левое 3 см, верхнее и нижнее - 2 см, правое - 1,5 см. Интервал - 1,5).

Проверка подготовленного реферата проводится научным руководителем аспиранта (соискателя), который осуществляет первичную экспертизу.

На проверяемом реферате должна быть виза аспиранта, научного руководителя и преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Строительная механика», который выставляет оценку по системе «зачтено» - «не зачтено» (оценка за реферат выставляется в зачетную ведомость и учитывается при допуске аспиранта к сдаче кандидатского экзамена).

Решение о направлении реферата на доработку принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия по дисциплине.

При наличии положительной оценки аспирант (соискатель) допускается к сдаче экзамена по дисциплине Строительные конструкции, зданий и сооружения.

Проверенный и защищенный реферат представляется в отдел аспирантуры в 1 экземпляре с подписью и указанием даты не позднее, чем за 1 неделю до окончания занятий по дисциплине.

Критерии оценки:

«Зачтено» - содержание реферата соответствует выбранной теме; тема изложена полно и обстоятельно, работа оформлена согласно требованиям;

«Не зачтено» - работа не соответствует необходимым критериям: содержание не соответствует теме; тема не раскрыта в необходимом объеме; не

выдержана структура работы.

7. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену

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 стрелневых 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. Привлеченно-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 строении.
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 неустойчивая 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.

Критерии выставления оценки:

«Отлично» - аспирант показал прочные знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач. В ходе ответа аспирант демонстрирует необходимый уровень компетенций;

«Хорошо» - аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач, но при этом допускающий не существенные неточности при изложении материала. В ходе ответа аспирант демонстрирует на достаточном уровне сформированность компетенций;

«Удовлетворительно» - аспирант показал существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, не усвоил детали, допускал существенные ошибки при изложении материала, демонстрировал не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы;

«Неудовлетворительно» - аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, четко и грамотно отвечать на вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.

Образец экзаменационного билета



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИТЭ
Кафедра ЭОС
Экзамен по дисциплине
«Строительная механика»

Билет № 1

1. Метод расчёта строительных конструкций по предельным состояниям.
2. Понятие о системах автоматизированного проектирования.
3. Прямая и обратная постановка задачи оптимизации. Основные методы оптимизации..

Утверждаю:

Зав. кафедрой, уч. степень, звание _____

28.11.2024г.

8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков определены локальными нормативными актами, положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ФГБОУ ВО «КГЭУ».

Зачет выставляется аспиранту, получившему оценку «зачтено» по результатам защиты самостоятельно подготовленного реферата и выполнившему все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

К прохождению промежуточной аттестации в форме **кандидатского экзамена** по «Строительная механика» допускаются аспиранты, получившие оценку «зачтено», выполнившие все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины (контрольный опрос).

Кандидатский экзамен может проводиться как в устной, так и письменной форме. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по дисциплине «Строительная механика» правомочна принимать кандидатский экзамен по дисциплине «Строительная механика». В заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора технических наук.

Кандидатский экзамен может проводиться в устной и письменной форме.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен, доводится до сведения аспирантов во время занятий.

При проведении экзамена в аудитории, где проводится экзамен, одновременно должно находиться на более 6 аспирантов. На подготовку к ответу при устной форме экзамена аспиранту предоставляется 40-45 минут. Преподавателю, принимающему экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Комиссии, принимающей экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Объявление результатов сдачи экзамена производится сразу после сдачи экзамена.

При проведении экзамена в письменной форме в аудитории, где проводится экзамен, могут находиться все обучающиеся по данной дисциплине аспиранты. На подготовку ответа при письменной форме экзамена аспиранту предоставляется не более 90 минут. Объявление результатов сдачи экзамена производится не позднее следующего дня после сдачи экзамена.

Итоговая оценка по кандидатскому экзамену выводится как средняя оценка членов комиссии.

Успеваемость аспирантов определяется оценками «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ФГБОУ ВО «КГЭУ» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение теоретической подготовки, предусмотренной

учебным планом аспиранта, а также обеспечения поддержки самостоятельной работы аспирантов.

Материально-техническая база: компьютеры с выходом в Интернет; принтеры; сканеры; копиры.

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Оснащение: проектор мультимедийный, экран, переносное оборудование: ноутбук, комплект специализированной мебели.
2.	Самостоятельная работа обучающихся	Специальные помещения для проведения самостоятельной работы обучающихся	Оснащение: комплект специализированной мебели, экран, моноблок (12 шт.), переносное оборудование: мультимедийный проектор, ноутбук.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Шапошников Н. Н., Кристалинский Р. Е., Дарков А. В.	Строительная механика: Учебник для вузов	учебник	Издательство "Лань"	2023	https://e.lanbook.com/book/339038	
2	Мкртычев О. В.	Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг	учебное пособие	Москва : МИСИ – МГСУ	2021	https://e.lanbook.com/book/179197	

10.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КЭУ
1	Ерышев В.А.	Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных элементов	учебное пособие	Тольятти: ТГУ	2019	https://e.lanbook.com/book/139822	
2	Кашеварова Г. Г., Пермякова Т. Б., Лаишева М. Е.	Численные методы решения задач строительства: в 2 ч. Часть 1	учебное пособие	Пермь: ПНИПУ	2015	https://e.lanbook.com/book/160428	

3	Кашеварова Г. Г., Пермякова Т. Б., Лаищева М. Е.	Численные методы решения задач строительства: в 2 ч. Часть 2	учебное пособие	Пермь: ПНИПУ	2015	https://e.lanbook.com/book/160429	
---	--	--	-----------------	--------------	------	---	--

10.3 Электронно-библиотечные системы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» <https://ibooks.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «book.ru» <https://www.book.ru/>
4. Портал «Открытое образование» <http://npoed.ru>
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

10.4 Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	Свободный
2.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	Свободный
3.	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В http://prlib.ru	Свободный
4.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	Свободный
5.	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации	https://scienceid.net/president/	Свободный
6.	Президент России — молодым ученым - Science-ID	https://scienceid.net/president/	Свободный
7.	МБД Scopus	https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	Свободный с компьютеров университета
8.	МБД Web of Science	https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved=	Свободный с компьютеров университета
9.	Портал РФФИ	https://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Свободный
10.	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	логин-пароль
11.	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	логин-пароль

11.1. Перечень аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Для проведения занятий лекционного типа, групповых консультаций, промежуточной аттестации и самостоятельной научно-исследовательской работы предусмотрены следующие аудитории корпус Д: Д-617, Д-620.

11.2. Перечень оборудования (лабораторное, демонстрационное, компьютерная техника, др.)

На кафедре имеется лабораторное оборудование: гидродомкраты с манометрами, тензостанция, тензодатчики различного назначения, силоизмерители, испытательные стенды;

Программное обеспечение: 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. Office Standard 2007 Russian OLPNLAcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно. 3. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – не-искл. право, срок действия лицензии – бессрочно. 4. Adobe Acrobat, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно. 5. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно. 6. ПК Ansys, Scad Office, Лира-САПР.

Рабочая программа дисциплины «Строительная механика» образовательной программы «Строительная механика» разработана в соответствии с требованиями по научной специальности 2.1.9 «Строительная механика».

Автор
доктор техн. наук

(подпись, дата)

О.В. Радайкин

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений», протокол № 3 от 02.10.2024.

Зав. кафедрой
доктор техн. наук,
профессор

(подпись, дата)

В.К. Ильин

Программа утверждена на заседании научно-технического совета протокол № 9 от 21.11.2024.