

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт архитектуры, строительства и дизайна

Кафедра строительных конструкций и механики

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

_____ Т.А. Хежев

« 30 » _____ 07 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИАСиД



_____ Т.А. Хежев

« 30 » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Направление подготовки
08.04.01 Строительство

Магистерская программа: Теория и проектирование зданий и сооружений

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Численные методы решения задач в строительстве»** / составитель Казиев. А.М. – Нальчик: КБГУ, 2023. – 24 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 08.04.01 Строительство в 3 семестре на 2 курсе.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 08.04.01 строительство, утвержденного приказом министерства образования и науки российской федерации от 31.05.2017, № 482.

СОДЕРЖАНИЕ

| | стр. |
|---|------|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО | 4 |
| 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины | 4 |
| 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)..... | 5 |
| 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации | 8 |
| 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности | 10 |
| 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины | 12 |
| 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины..... | 21 |
| Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины..... | 24 |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

Подготовка магистров по направлению «Строительство», знающих математические постановки инженерных задач и основные численные методы их решения, умеющие использовать современные программные средства для численного решения практических задач на ЭВМ.

Задачи

Курс предназначен для того, чтобы дать представление об основных математических методах, широко используемых в инженерной практике для решения различных прикладных задач. В курсе рассматриваются методы решения задач линейной алгебры, решение задач на собственные значения матриц, задачи оптимизации, методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, основы методов конечных элементов. Задачи оптимизации встречаются на практике при поиске экономически оптимального инженерного решения. Дифференциальные уравнения в частных производных применяются для решения различных задач строительной механики и теории упругости, расчета и проектирования строительных конструкций и др.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы решения задач в строительстве» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 и является частью профессиональной подготовки магистров строительства.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках приобретенных студентами в ходе изучения общеобразовательных дисциплин.

Программа дисциплины логически взаимосвязана со смежными дисциплинами: экспериментальные методы решения инженерных задач, математическое моделирование, теоретические методы решения инженерных задач.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.

Студент должен:

Знать:

– основные численные методы, применяемые для решения задач строительства, современные вычислительные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологии составления программ.

Уметь:

– работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой, основными офисными приложениями, средами программирования и пакетами прикладных программ.

Владеть:

– методами практического использования современных компьютеров и основами использования численных методов для решения прикладных задач строительной отрасли, методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

ПКС-3 – способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектирование в сфере промышленного и гражданского строительства.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Содержание разделов дисциплины

| № темы | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|--------|---|--|---|----------------------------------|
| 1. | Математический аппарат численных методов | Физическая и математическая модели объекта. Краткие сведения из теории матриц. Численные методы линейной алгебры. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
| 2. | Обзор численных методов строительной механики | Метод конечных разностей. Вариационно-разностный метод. Метод конечных элементов (МКЭ). | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
| 3. | Основные положения МКЭ | Различные виды и формы МКЭ. Элементы и аппроксимирующие функции. Общий алгоритм статического расчета МКЭ. Понятие о суперэлементном подходе. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
| 4. | Расчет плоских стержневых систем МКЭ | Стержневые конечные элементы. Преобразование матрицы жёсткости и вектора нагружения при повороте координатных осей. Пример расчета стержневой системы. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
| 5 | МКЭ для континуальных систем | Плоская задача теории упругости. Конечные элементы плоской задачи теории упругости. Пример решения плоской задачи. Метод сил и смешанная формулировка МКЭ. Задачи изгиба плит. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
| 6 | Физически и геометрически нелинейные задачи | Общие представления о нелинейных задачах. Итерационные методы решения нелинейных задач. Шаговые методы решения нелинейных задач. Алгоритмы решения упругопластической плоской задачи. Примеры нелинейных расчетов. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |

| | | | | |
|---|--|---|-------|-----------|
| 7 | Расчет конструкций на динамические воздействия | Конечно-элементная формулировка динамических задач. Построение матриц масс и демпфирования. Методы решения задач на вынужденные колебания. Примеры динамических расчетов. | ПКС–3 | К, КП, ЛР |
|---|--|---|-------|-----------|

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов)

| Вид работы | Трудоемкость, часов |
|--|---------------------|
| | 3 семестр |
| Общая трудоемкость | 216 |
| Аудиторная работа: | 48 |
| <i>Лекции (Л)</i> | 16 |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i> | 16 |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i> | 16 |
| Самостоятельная работа: | 141 |
| <i>Курсовой проект (КП)</i> | 43 |
| <i>Самостоятельное изучение разделов</i> | 40 |
| <i>Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),</i> | 58 |
| Подготовка к экзамену | 27 |
| Вид итогового контроля (зачёт, экзамен) | экзамен |

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

| № раздела | Наименование разделов |
|-----------|--|
| 1 | 2 |
| 1 | Математический аппарат численных методов |
| 2 | Обзор численных методов строительной механики |
| 3 | Основные положения МКЭ |
| 4 | Расчет плоских стержневых систем МКЭ |
| 5 | МКЭ для континуальных систем |
| 6 | Физически и геометрически нелинейные задачи |
| 7 | Метод конечных разностей для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. |

4.3. Практические занятия

| № раздела | Тема |
|-----------|--|
| 1 | 2 |
| 1 | Матричная алгебра, операции над матрицами и их программирование. Системы линейных алгебраических уравнений. |
| 2 | Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. |
| 3 | Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия сходимости итерационных методов. |
| 4 | Проблема собственных значений квадратных матриц. Приложения задачи о собственных значениях в задачах устойчивости и динамики. |
| 6 | Метод конечных разностей для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. |
| 7 | Основы метода конечных элементов, Типы конечных элементов. Программы конечно-элементного анализа строительных конструкций. |

4.4. Лабораторные занятия

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ |
|------|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | Матричная алгебра, операции над матрицами и их программирование. Системы линейных алгебраических уравнений. |
| 2 | 2 | Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. |
| 3 | 3 | Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия сходимости итерационных методов. |
| 4 | 4 | Проблема собственных значений квадратных матриц. Приложения задачи о собственных значениях в задачах устойчивости и динамики. |
| 5 | 5 | Метод конечных разностей для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. |
| 6 | 6 | Основы метода конечных элементов, Типы конечных элементов. Программы конечно-элементного анализа строительных конструкций. |

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Основными видами самостоятельной работы студентов при изучении курса «Численные методы решения задач в строительстве» являются:

- изучение лекционного материала;
- изучение отдельных тем дисциплины с использованием учебно-методической и научной литературы;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к тестированию;

- подготовка к экзамену.

Тема 1. Введение. Понятие о численных методах и их применении в решении задач строительства. Понятие о математическом и физическом моделировании. Основные виды математических моделей. Стандартные программы для расчета строительных конструкций. Освоить принципы подготовки и ввода исходной информации для расчета по программе «Ли́ра».

Тема 2. Численные методы линейной алгебры, операции над матрицами и их программирование. Нормы и обусловленность матриц. Системы линейных алгебраических уравнений..

Тема 3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Изучить электронный табличный процессор Excel. Решение простых математических задач и задач матричной алгебры с помощью библиотеки функций.

Тема 4. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия сходимости итерационных методов.

Тема 5. Проблема собственных значений квадратных матриц. Приложения задачи о собственных значениях в задачах устойчивости и динамики. Изучить алгоритмы вычисления собственных значений, познакомиться с примерами расчета динамических характеристик и устойчивости строительных конструкций.

Тема 6. Метод конечных разностей для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. Изучить шаблоны для конечно-разностной аппроксимации производных. Ознакомиться с примерами расчета балок и пластин МКР.

Тема 7. Основы метода конечных элементов, Типы конечных элементов. Программы конечно-элементного анализа. Изучить материал по составлению матриц реакций шарнирно-стержневых систем. Ознакомиться с примерами расчета балок и пластин МКЭ.

В соответствии с учебным планом для направления 08.04.01 Строительство выполняются курсовые проекты по индивидуальным заданиям:

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО И РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

5.1. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Численные методы решения задач в строительстве» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, выполнение заданий на практическом занятии, лабораторных работ с защитой в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Численные методы решения задач в строительстве» в виде проведения экзамена. *Целью промежуточных аттестаций* по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

5.2. Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости в промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Классификация матриц. Операции над матрицами.
2. Программирование операций над матрицами. Формы хранения матриц в памяти ЭВМ.
3. Системы алгебраических уравнений и методы их решения.
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом квадратных корней.
6. Методы вычисления обратных матриц.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений по правилу Крамера.
8. Итерационное уточнение решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
10. Нормы матриц, условия сходимости итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений.
11. Собственные значения и собственные векторы квадратных матриц.
12. Алгоритмы вычисления собственных значений матриц.
13. Примеры приложений задач на собственные значения в механике.
14. Использование стандартных программ для решения задач линейной алгебры.
15. Классификация задач решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
16. Метод конечных разностей (МКР). Задача об изгибе балки на упругом основании.
17. Дифференциальные уравнения в частных производных. Задача об изгибе пластины.
18. Программы для решения задач МКР.
19. Сущность метода конечных элементов (МКЭ).
20. Три группы уравнений МКЭ.
21. Матрица реакций ансамбля конечных элементов на примере стержневой системы.
22. Матрица реакций элемента шарнирно-стержневой системы.
23. Принципы подготовки и ввода исходной информации для расчета по программе «Лира».
24. Численные методы оптимизации, классификация методов оптимизации.
25. Постановка задачи поиска оптимальных размеров сечения двутавровой балки.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (26–30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, сделано 100% заданий;

«хорошо» (21–25 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при выполнении заданий, сделано 70%;

«удовлетворительно» (16–20 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенного задания, дает неполный ответ, сделано 55%;

«неудовлетворительно» (0–15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, выполнено менее 50% заданий.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих (табл. 7):

Таблица 7. Распределение баллов текущего и рубежного контроля

| <i>№ п/п</i> | <i>Вид контроля</i> | <i>Сумма баллов</i> | | | |
|------------------|---|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | <i>Общая сумма</i> | <i>1-я точка</i> | <i>2-я точка</i> | <i>3-я точка</i> |
| 1 | Посещение занятий | 10 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | Текущий контроль: | 8 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | Рубежный контроль | 54 | 18 | 18 | 18 |
| 3.1 | <i>Коллоквиум</i> | <i>18</i> | <i>6</i> | <i>6</i> | <i>6</i> |
| 3.2 | <i>Защита практических и лабораторных работ</i> | <i>36</i> | <i>12</i> | <i>12</i> | <i>12</i> |
| | Итого сумма текущего и рубежного контроля | 70 | 23 | 23 | 24 |
| | Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно» | не менее 36 б. | не менее 12 б. | не менее 12 б | не менее 12 б |
| | Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо» | менее 70 б. (51-69 б.) | менее 23 б | менее 23 б | менее 24б |
| | Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично» | не менее 70 б. | не менее 23 б. | не менее 23 б | не менее 24б |

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Численные методы решения задач в строительстве» является экзамен.

Критерии оценки качества освоения дисциплины:

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|---|---|
| ПКС-3 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектирование в сфере промышленного и гражданского строительства | ПКС-3.1. Разработка и представление предпроектных решений для промышленного и гражданского строительства ПКС-3.2. Оценка исходной информации для планирования работ по проектированию объектов промышленного и гражданского строительства ПКС-3.3. Составление технического задания на подготовку проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства ПКС-3.4. Выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений для разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства ПКС-3.5. Выбор архитектурно- | Текущий контроль и промежуточная аттестация (вопросы к экзамену) п.5.2. |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>строительных и конструктивных решений, обеспечивающих формирование безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения</p> <p>ПКС-3.6. Контроль разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства</p> <p>ПКС-3.7. Подготовка технического задания и контроль разработки рабочей документации объектов промышленного и гражданского строительства</p> <p>ПКС-3.8. Подготовка технических заданий и требований для разделов проектов инженерного обеспечения объектов строительства</p> <p>ПКС-3.9. Оценка соответствия проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства нормативно-техническим документам</p> <p>ПКС-3.10. Оценка основных технико-экономических показателей проектов объектов промышленного и гражданского строительства</p> <p>ПКС-3.11. Выбор мер по борьбе с коррупцией при разработке проектных решений и организации проектирования в сфере промышленного и гражданского строительства</p> | |
|--|--|--|

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

1. Решение инженерных задач в пакете MathCAD [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников, А. Ф. Задорожный, Л. А. Литвинов, Ю. Г. Черный; под ред. Ю. Е. Воскобойников. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013. – 121 с. – 978-5-7795-0641-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68838.html>.
2. Кошев, А. Н. Численные методы решения задач оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Кошев, В. В. Кузина. – Электрон. текстовые данные. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2012. – 132 с. – 978-5-9282-0837-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75303.html>.

7.2. Дополнительная литература

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – СПб.: Лань, 2007. – 664 с.
2. Рыжиков Ю.И. Вычислительные методы. – СПб.: ВНУ-Санкт-Петербург, 2007. – 400 с.
3. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. – М.: Мир, 1999. – 548 с.
4. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: Издательство АСВ, 1996. – 541 с.
5. Лукашевич А.А. Современные численные методы строительной механики. Учебное пособие. Хабаровск: ХГТУ, 2003. – 135 с.
6. Ржаницын А.Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1982. – 400 с.
7. Секулович М. Метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1993. – 664 с.
8. Сидоров В.Н. Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости. – М.: Редакционно-издательский центр Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации, 2002. – 352 с.
9. Ильин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М. Численные методы решения задач строительной механики. – М.: АСВ, 2005. – 432 с.
10. Кашеварова Г.Г., Пермякова Т.Б. Численные методы решения задач строительства на ЭВМ. – Пермь: ПГТУ, 2007. – 352 с.
11. Сливкер В.И. Строительная механика. Вариационные основы. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 736 с.
12. Фиалко С.Ю. Прямые методы решения систем линейных уравнений в современных МКЭ-комплексах. – М.: СКАД СОФТ, АСВ, 2009. – 160 с.
13. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru/educat/>.

7.3. Интернет – ресурсы

1. Библиотека КБГУ: <http://lib.kbsu.ru/ElectronicResources/ElectronicCatalog.aspx>
2. Справочно-информационная система «Гарант»: <http://www.garant.ru/products/ipo/portal/>
3. Справочно-информационная система «Консультант плюс»: https://cons-plus.ru/spravочно_pravovaya_sistema/
4. Электронный каталог российских диссертаций: <http://www.disserr.ru/index.html>
к современным профессиональным базам данных:

| №п/п | Наименование электронного ресурса | Краткая характеристика | Адрес сайта | Наименование организации-владельца; реквизиты договора | Условия доступа |
|------|---|---|---|---|---------------------------|
| 1. | «Web of Science» (WOS) | Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов | http://www.isiknowledge.com/ | Компания Thomson Reuters Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г. | Доступ по IP-адресам КБГУ |
| 2. | Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии» | Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций | http://www.scopus.com | Издательство «Elsevier. Наука и технологии» Сублицензионный договор № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г. | Доступ по IP-адресам КБГУ |
| 3. | Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) | Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций | http://elibrary.ru | ООО «НЭБ» | Полный доступ |

| | | | | | |
|-----------|--|---|--|---|---|
| | | ций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе | | | |
| 4. | База данных Science Index (РИНЦ) | Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов. | http://elibrary.ru | ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г. | Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ |
| 5. | ЭБС «Консультант студента» | 13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий. | http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru | ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 6. | «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») | Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)» | http://www.studmedlib.ru | ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №288СЛ/04-2021 От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 7. | ЭБС «Лань» | Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные вер- | https://e.lanbook.com/ | ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №12ЕП/223 от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |

| | | | | | |
|------------|--|--|---|--|---|
| | | сии периодических изданий по различным областям знаний. | | | |
| 8. | Национальная электронная библиотека РГБ | Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний | https://нэб.рф | ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет | Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ |
| 9. | ЭБС «IPRbooks» | 107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий. | http://iprbookshop.ru/ | ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №7821/21 от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 10. | ЭБС «Юрайт» для СПО | Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. | https://www.biblio-online.ru/ | ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 11. | Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье | Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям | http://polpred.com | ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора) | Доступ по IP-адресам КБГУ |
| 12. | Президентская | Более 500 000 элек- | http://www.prlib.ru | ФГБУ «Президентская библио- | Авторизованный до- |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|-----------------------------------|
| | библиотека им. Б.Н. Ельцина | тронных документов по истории Отечества, российской государ- ственности, русскому языку и праву | | тека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией) | ступ из библиотеки (ауд. №214) |
|--|--|---|--|---|-----------------------------------|

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Численные методы решения задач в строительстве» для обучающихся

Цель курса «Численные методы решения задач в строительстве» является знать тематические постановки инженерных задач и основные численные методы их решения, умеющие использовать современные программные средства для численного решения практических задач на ЭВМ.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения занятий, написания учебных и практических работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; выполняют лабораторные работы, выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения письменных заданий.

Курс изучается на лекциях, практических занятиях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики численных методов решения задач строительной механики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе).
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий.
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство

самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
 - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
 - выделить ключевые слова в тексте;
 - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену:

Экзамен в 3-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материалы в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекционных и с практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Численные методы решения задач в строительстве» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;
- Autodesk AutoCAD 2019,
- ЛИРА ACADEMIC set,
- SCAD Office.

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся

необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Лист изменений (дополнений)

В рабочую программу по дисциплине «Численные методы решения задач
в строительстве»

по направлению подготовки 08.04.01 Строительство

на _____ учебный год

| № п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень вносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|----------|----------------------|---|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
строительных конструкций и механики

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2023 ____ г.

Заведующий кафедрой _____ Лихов З.Р.