

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан архитектурно-строительного  
факультета

Таратута В.Д.  
Ф.И.О.

«21» мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.02 Численное моделирование в архитектурном  
и геотехническом проектировании**

**Направление подготовки**  
08.04.01 Строительство

**Направленность**  
Архитектурное проектирование, реконструкция  
и геотехническое строительство


**Уровень высшего образования**  
Магистратура

**Форма обучения**  
Очная, заочная

**Краснодар  
2019**

Рабочая программа дисциплины «Численное моделирование в архитектурном и геотехническом проектировании» разработана на основе ФГОС ВО 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 482.

Автор:  
канд. техн. наук, доцент

  
А. Ю. Маршалка

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Основания и фундаменты» от 14.05.2019 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  
д-р техн. наук, профессор


  
А. И. Полищук

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета 21.05.2019, протокол № 9

Председатель  
методической комиссии

  
М. И. Шипельский

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы  
канд. техн. наук, профессор

  
М. Б. Мариничев

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Численное моделирование в архитектурном и геотехническом проектировании» является формирование у студентов (обучающихся) знаний и навыков по разделам вычислительной математики, которые необходимы при выполнении математического моделирования на ЭВМ явлений и процессов, встречающихся в области строительного проектирования.

### **Задачи дисциплины**

- расширить и углубить знания в области численных методов решения инженерных задач;
- сформировать навыки по созданию численных моделей строительных конструкций, грунтовых оснований, а также явлений и процессов в области строительного проектирования;
- сформировать навыки по применению ЭВМ и специализированного программного обеспечения для численного моделирования задач в промышленном и гражданском строительстве.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ПКС-2. Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства.

## **3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

«Численное моделирование в архитектурном и геотехническом проектировании» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 08.04.01 Строительство, направленность «Архитектурное проектирование, реконструкция и геотехническое строительство».

#### 4 Объем дисциплины (288 часов, 8 зачетных единиц)

| Виды учебной работы                   | Объем, часов |                   |                   |         |                   |                   |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|
|                                       | Очная        |                   |                   | Заочная |                   |                   |
|                                       | Всего        | 1 курс,<br>1 сем. | 1 курс,<br>2 сем. | Всего   | 1 курс,<br>1 сем. | 1 курс,<br>2 сем. |
| <b>Контактная работа</b>              | 104          | 41                | 63                | 36      | 17                | 19                |
| в том числе:                          |              |                   |                   |         |                   |                   |
| — аудиторная по видам учебных занятий | 96           | 38                | 58                | 28      | 14                | 14                |
| — лекции                              | 28           | 14                | 14                | 8       | 4                 | 4                 |
| — практические                        | 68           | 24                | 44                | 20      | 10                | 10                |
| — внеаудиторная                       |              |                   |                   |         |                   |                   |
| — зачет                               | —            | —                 | —                 | —       | —                 | —                 |
| — экзамен                             | 6            | 3                 | 3                 | 6       | 3                 | 3                 |
| — защита курсовых работ               | 2            | —                 | 2                 | 2       | —                 | 2                 |
| <b>Самостоятельная работа</b>         | 184          | 103               | 81                | 252     | 127               | 125               |
| в том числе:                          |              |                   |                   |         |                   |                   |
| — курсовая работа                     | 18           | —                 | 18                | 18      | —                 | 18                |
| — прочие виды самостоятельной работы  | 166          | 103               | 63                | 234     | 127               | 107               |
| <b>Итого по дисциплине</b>            | 288          | 144               | 144               | 288     | 144               | 144               |

#### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают экзамен, выполняют курсовую работу.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 1 и 2 семестрах по учебному плану очной формы обучения, на 1 курсе, в 1 и 2 семестрах по учебному плану заочной формы обучения.

### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

| №<br>п/<br>п | Тема.<br>Основные вопросы  | Формируемые<br>компетенции | Семестр | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную работу<br>студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                                     |                                     |   |
|--------------|--|----------------------------|---------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
|              |  |                            |         | Лекц<br>ии   | Практ<br>ическ<br>ие<br>занят<br>ия | Лабор<br>аторн<br>ые<br>занят<br>ия | Само<br>стоят<br>ельна<br>я<br>работ<br>а |
| 1            | <b>Общие вопросы математического моделирования.</b><br>Математическое моделирование и математические модели.<br>Введение в теорию погрешностей.<br>Понятие вычислительной задачи, вычислительных методов и алгоритмов. | ПКС-2                      | 1       | 2  | 0                                   | —                                   | 13  |
| 2            | <b>Приближение функций.</b><br>Постановка задачи. Интерполяция обобщенными полиномами.<br>Полином Лагранжа. Полином Ньютона. Погрешность при интерполяции.   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 3            | <b>Приближение функций.</b><br>Тригонометрический полином. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 4            | <b>Решение систем линейных алгебраических уравнений.</b><br>Постановка задачи. Прямые методы: метод Гаусса, метод прогонки. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Зейделя.                                | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 5            | <b>Решение нелинейных уравнений и их систем.</b><br>Итерационные методы: метод бисекции, метод простой итерации, метод Ньютона.  | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 6            | <b>Численное дифференцирование.</b><br>Простейшие формулы. Формулы, основанные на интерполяции алгебраическими полиномами.   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 7            | <b>Численное интегрирование.</b><br>Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод парабол (Симпсона).   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 8            | <b>Методы решения задачи на собственные значения.</b>  | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 9   |

| №<br>п/<br>п | Тема.<br>Основные вопросы   | Формируемые<br>компетенции | Семестр | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную работу<br>студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                                     |                                     |   |
|--------------|---|----------------------------|---------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
|              |   |                            |         | Лекц<br>ии   | Практ<br>ическ<br>ие<br>занят<br>ия | Лабор<br>аторн<br>ые<br>занят<br>ия | Само<br>стоят<br>ельна<br>я<br>работ<br>а |
|              | Основные сведения. Степенной метод. QR – алгоритм.  |                            |         |  |                                     |                                     |   |
| 9            | <b>Численные методы решения начальной задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Основные понятия. Метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности. | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 12  |
| 10           | <b>Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Основные понятия. Метод конечных разностей.  | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 12  |
| 11           | <b>Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Понятия о вариационной и проекционной постановке краевой задачи. Методы Ритца и Галеркина. Метод конечных элементов.                   | ПКС-2                      | 2       | 2  | 8                                   | —                                   | 12  |
| 12           | <b>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</b><br>Метод конечных разностей.  | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 12  |
| 13           | <b>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</b><br>Метод конечных элементов.  | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 12  |
| 14           | <b>Численное решение интегральных уравнений.</b><br>Основные понятия. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода: метод квадратур, формула прямоугольников, формулы трапеций, проекционные методы.                                | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 12  |
|              | Курсовая работа   | ПКС-2                      | 2       |  |                                     |                                     | 18  |
| Итого        |   |                            |         | 28   | 68                                  | —                                   | 184                                       |

## Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

| №<br>п/<br>п | Тема.<br>Основные вопросы  | Формируемые<br>компетенции | Семестр | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную работу<br>студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                                     |                                     |   |
|--------------|--|----------------------------|---------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
|              |  |                            |         | Лекц<br>ии   | Практ<br>ическ<br>ие<br>занят<br>ия | Лабор<br>аторн<br>ые<br>занят<br>ия | Само<br>стоят<br>ельна<br>я<br>работ<br>а |
| 1            | <b>Общие вопросы математического моделирования.</b><br>Математическое моделирование и математические модели.<br>Введение в теорию погрешностей.<br>Понятие вычислительной задачи, вычислительных методов и алгоритмов. | ПКС-2                      | 1       | —  | —                                   | —                                   | 19  |
| 2            | <b>Приближение функций.</b><br>Постановка задачи. Интерполяция обобщенными полиномами.<br>Полином Лагранжа. Полином Ньютона. Погрешность при интерполяции.   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 4                                   | —                                   | 18  |
| 3            | <b>Приближение функций.</b><br>Тригонометрический полином. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.   | ПКС-2                      | 1       | —  | —                                   | —                                   | 18  |
| 4            | <b>Решение систем линейных алгебраических уравнений.</b><br>Постановка задачи. Прямые методы: метод Гаусса, метод прогонки. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Зейделя.                                | ПКС-2                      | 1       | —  | —                                   | —                                   | 18  |
| 5            | <b>Решение нелинейных уравнений и их систем.</b><br>Итерационные методы: метод бисекции, метод простой итерации, метод Ньютона.  | ПКС-2                      | 1       | —  | —                                   | —                                   | 18  |
| 6            | <b>Численное дифференцирование.</b><br>Простейшие формулы. Формулы, основанные на интерполяции алгебраическими полиномами.   | ПКС-2                      | 1       | 2  | 6                                   | —                                   | 18  |
| 7            | <b>Численное интегрирование.</b><br>Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод парабол (Симпсона).   | ПКС-2                      | 1       | —  | —                                   | —                                   | 18  |
| 8            | <b>Методы решения задачи на собственные значения.</b>  | ПКС-2                      | 2       | —  | —                                   | —                                   | 15  |

| №<br>п/<br>п | Тема.<br>Основные вопросы   | Формируемые<br>компетенции | Семестр | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную работу<br>студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                                     |                                     |   |
|--------------|---|----------------------------|---------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
|              |   |                            |         | Лекц<br>ии   | Практ<br>ическ<br>ие<br>занят<br>ия | Лабор<br>аторн<br>ые<br>занят<br>ия | Само<br>стоят<br>ельна<br>я<br>работ<br>а |
|              | Основные сведения. Степенной метод. QR – алгоритм.  |                            |         |  |                                     |                                     |   |
| 9            | <b>Численные методы решения начальной задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Основные понятия. Метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности. | ПКС-2                      | 2       | 2  | 6                                   | —                                   | 15  |
| 10           | <b>Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Основные понятия. Метод конечных разностей.  | ПКС-2                      | 2       | 2  | 4                                   | —                                   | 15  |
| 11           | <b>Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b><br>Понятия о вариационной и проекционной постановке краевой задачи. Методы Ритца и Галеркина. Метод конечных элементов.                   | ПКС-2                      | 2       | —  | —                                   | —                                   | 15  |
| 12           | <b>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</b><br>Метод конечных разностей.  | ПКС-2                      | 2       | —  | —                                   | —                                   | 15  |
| 13           | <b>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</b><br>Метод конечных элементов.  | ПКС-2                      | 2       | —  | —                                   | —                                   | 16  |
| 14           | <b>Численное решение интегральных уравнений.</b><br>Основные понятия. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода: метод квадратур, формула прямоугольников, формулы трапеций, проекционные методы.                                | ПКС-2                      | 2       | —  | —                                   | —                                   | 16  |
|              | Курсовая работа   | ПКС-2                      | 2       |  |                                     |                                     | 18  |
| Итого        |   |                            |         | 8  | 20                                  | —                                   | 252                                       |



## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Крахоткина, Е. В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие. Курс лекций / Е. В. Крахоткина. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 162 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62884.html>

2. Абакумов, М. В. Лекции по численным методам математической физики: Уч. пос./ М. В. Абакумов, А. В. Гулин; МГУ им. М. В. Ломоносова. Факультет вычисл. математики и кибернетики. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2013 – 158 с. ISBN 978-5-16-006108-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/364601>

3. Персова, М. Г. Методы конечноэлементного анализа. Конспект лекций : учебное пособие / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 204 с. — ISBN 978-5-7782-3374-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91242.html>

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО**

| Номер семестра  | Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО |
|---|---|
| ПКС-2. Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства. |   |
| 3   | Высотные здания в сейсмических районах  |
| 3   | Экономическое обоснование проектных решений   |
| 4   | Проектная практика  |
| 4   | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

| Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Уровень освоения                  |                               |                  |                   | Оценочное средство |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
|   | неудовлетворительно (минимальный) | удовлетворительно (пороговый) | хорошо (средний) | отлично (высокий) |                    |

### **ПКС-2. Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства**

|  |  |  |   |   |                                   |
|--|--|--|---|---|-----------------------------------|
| ПКС-2. Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства | Не умеет осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства | Умеет на низком уровне осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства | Умеет на достаточном уровне осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства | На высоком уровне умеет осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства | Реферат, курсовая работа, экзамен |
|--|--|--|---|---|-----------------------------------|

## 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

### Темы рефератов

1. Математическое моделирование как наука и искусство.
2. Моделирование как метод познания.
3. Роль и место моделирования в создании и исследовании систем.
4. Моделирование систем на основе анализа размерностей и теории подобия.
5. Применение вычислительных методов в инженерном деле.
6. Погрешности при измерениях и их классификация.
7. Особенности машинной арифметики.
8. Приближение функций. Полиномы Чебышева.

9. Равномерное приближение функций.
10. Интерполяционные формулы Бесселя и Эверетта.
11. Интерполяционные полиномы Эрмита и Лагерра.
12. Интерполирование функций многих переменных.
13. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
14. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод квадратного корня (метод Холецкого).
15. Системы линейных алгебраических уравнений. Решение методом сопряженных градиентов.
16. Принцип сжимающих отображений и его применение в численных методах.
17. Методы численного дифференцирования функций.
18. Методы численного интегрирования функций.
19. Численные методы решения задач на собственные значения.
20. Линейные многошаговые методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
21. Методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
22. Метод конечных элементов в решении дифференциальных уравнений.
23. Метод граничных элементов в решении дифференциальных уравнений.
24. Численные методы решения интегральных уравнений.

### **Темы курсовых работ**

1. Расчет однопролетной балки на действие динамической нагрузки.
2. Расчет изменения средней температуры здания в нестационарных условиях.
3. Колебания отдельного фундамента на естественном основании при действии периодической нагрузки.
4. Колебания отдельного виброизолированного фундамента при действии периодической нагрузки.
5. Колебания здания при горизонтальном перемещении основания.
6. Предельное равновесие штампа на песчаном основании.
7. Предельное равновесие штампа на глинистом основании.
8. Расчет изменения во времени распределения температуры в однородной стене при изменении температуры внутреннего и наружного воздуха
9. Расчет изменения во времени осадки фундамента в условиях процесса фильтрационной консолидации
10. Расчет изменения во времени давления грунта на подпорную стену

## Вопросы к экзамену (1 семестр)

Компетенция: способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства (ПКС-2).

1. Математическое моделирование и математическая модель. Основные этапы создания математической модели.
2. Основные принципы построения математической модели. Параметрические модели. Статические и динамические модели.
3. Основные принципы постановки, исследования и решения вычислительных задач. Типы вычислительных задач: прямые, обратные, задачи идентификации.
4. Проверка качества математической модели и ее модификация.
5. Основные этапы решения инженерных задач численными методами на ЭВМ.
6. Погрешности при численном анализе. Причины возникновения и классификация погрешностей.
7. Абсолютная и относительная погрешности.
8. Правила записи приближенных чисел. Значащие цифры. Правила округления.
9. Погрешности арифметических операций над приближенными числами.
10. Погрешности вычисления явных и неявных функций.
11. Корректность вычислительной задачи. Требования, предъявляемые к корректно поставленным задачам.
12. Обусловленность вычислительной задачи. Хорошо и плохо обусловленные задачи. Мера обусловленности.
13. Вычислительные методы. Основные классы вычислительных методов.
14. Вычислительный алгоритм. Определение корректности и устойчивости по входным данным.
15. Приближение функций. Основные типы задач приближения.
16. Приближение функций. Интерполяционный полином Лагранжа.
17. Приближение функций. Интерполяционный полином Ньютона.
18. Приближение функций. Тригонометрический интерполяционный полином.
19. Приближение функций. Интерполяция сплайнами.
20. Приближение функций. Метод наименьших квадратов.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Постановка задачи.
22. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.

23. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки для трехдиагональной матрицы системы.
24. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации.
25. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Зейделя.
26. Решение нелинейных уравнений. Постановка задачи. Основные этапы решения.
27. Решение нелинейных уравнений. Метод бисекции.
28. Решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации.
29. Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона (метод касательных).
30. Решение систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Основные этапы решения.
31. Решение систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации.
32. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
33. Численное дифференцирование. Простейшие формулы.
34. Численное дифференцирование. Формулы, основанные на интерполяции алгебраическими полиномами.
35. Численное интегрирование. Постановка задачи.
36. Численное интегрирование. Метод прямоугольников.
37. Численное интегрирование. Метод трапеций.
38. Численное интегрирование. Метод парабол (Симпсона).

### **Вопросы к экзамену (2 семестр)**

Компетенция: способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства (ПКС-2).

1. Общие сведения о задачах на собственные значения.
2. Задачи на собственные значения. Степенной метод.
3. Задачи на собственные значения. QR-алгоритм.
4. Постановка начальной задачи (Коши) для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
5. Численные методы решения начальной задачи. Основные понятия.
6. Решение начальной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения методом Эйлера.
7. Решение начальной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения усовершенствованным методом Эйлера.
8. Решение начальной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения методами Рунге-Кутты.

9. Постановка краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения на примере одномерного уравнения теплопроводности.
10. Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения методом конечных разностей.
11. Вариационная постановка краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения. Метод Рунге.
12. Проекционная постановка краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения. Метод Галеркина.
13. Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения методом конечных элементов.
14. Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей.
15. Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов.
16. Основные сведения об интегральных уравнениях. Уравнения Фредгольма второго рода.
17. Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода методом квадратур.
18. Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода методом квадратур. Формула прямоугольников.
19. Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода методом квадратур. Формула трапеций.
20. Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода проекционными методами. Метод Галеркина.
21. Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода проекционными методами. Метод Канторовича.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль освоения дисциплины «Численное моделирование в архитектурном и геотехническом проектировании» проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

##### *Критерии оценки, шкала оценивания реферата*

Критериями оценки **реферата** являются: полнота изложения, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ

различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

### *Критерии оценки, шкала оценивания курсовой работы*

**Критериями оценки курсовой работы** являются: правильность и полнота выполняемых расчетов, корректное оформление записки.

Оценка **«отлично»** — курсовая работа выполнена в полном объеме и в соответствии с нормативными требованиями, полностью соблюдены требования, предъявляемые к оформлению записки, студент уверенно ориентируется в материале, дает правильные и осознанные ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты.

Оценка **«хорошо»** — курсовая работа выполнена в полном объеме и в соответствии с нормативными требованиями, в основном соблюдены требования, предъявляемые к оформлению чертежей и пояснительной записки, студент ориентируется в большей части материала, показывает систематизированный характер знаний, дает полные ответы на вопросы, касающиеся основного хода проектирования.

Оценка **«удовлетворительно»** — курсовая работа выполнена в полном объеме, наличие частичного отступления от нормативных требований, при оформлении чертежей и пояснительной записки допущены серьезные ошибки, студент показывает знание основного материала в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, дает правильные ответы при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** — курсовая работа выполнена не в полном объеме, отсутствует пояснительная записка или ее существенные части, наличие существенных отступлений от нормативных требований или грубых ошибок в расчетах, студент допускает принципиальные ошибки при

ответах на вопросы, не способен давать правильные ответы даже при наводящих вопросах преподавателя.

### *Критерии оценки на экзамене*

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно»



выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная учебная литература**

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1623-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42190>

2. Пименов, В. Г. Численные методы. Часть 1 : учебное пособие / В. Г. Пименов. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 112 с. — ISBN 978-5-7996-1032-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68410.html>

3. Пименов, В. Г. Численные методы. Часть 2 : учебное пособие / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1342-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68411.html>

4. Лебедев, А. В. Численные методы расчета строительных конструкций : учебное пособие / А. В. Лебедев. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 55 с. — ISBN 978-5-9227-0338-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/19055.html>

### **Дополнительная учебная литература**

1. Тарасов, В. Н. Численные методы. Теория, алгоритмы, программы : учебное пособие / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 266 с. — ISBN 5-7410-0451-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71903.html>

2. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под редакцией В. А. Садовничий. — 4-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 241 с. — ISBN 978-5-9963-2980-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12282.html>

3. Рычков, А. Д. Численные методы и параллельные вычисления : учебное пособие / А. Д. Рычков ; под редакцией В. Г. Хорошевский. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2007. — 142 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/57105.html>

4. Гулин, А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Гулин А. В., Мажорова О. С., Морозова В. А. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА, НИЦ ИНФРА-М, 2014-368с. (Прикладная математика, информатика, информ.технологии) (П)ISBN 978-5-16-009717-6. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/454592>

5. Карпов, В. В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций : учебное пособие / В. В. Карпов, А. Н. Панин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 176 с. — ISBN 978-5-9227-0436-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/19335.html>

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### Перечень ЭБС

| № | Наименование                  | Тематика      | Ссылка  |
|---|-------------------------------|---------------|---|
| 1 | Znaniium.com                  | Универсальная | <a href="https://znaniium.com/">https://znaniium.com/</a>           |
| 2 | IPRbook                       | Универсальная | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| 3 | Издательство «Лань»           | Универсальная | <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>           |
| 4 | Образовательный портал КубГАУ | Универсальная | <a href="https://edu.kubsau.ru/">https://edu.kubsau.ru/</a>         |

### Перечень Интернет сайтов:

1. База знаний, посвященная численному моделированию строительных конструкций – <https://rflira.ru/kb/>
2. Научная электронная библиотека – <https://eLIBRARY.ru>
3. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://edu.kubsau.ru>

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Численное моделирование в архитектурном и геотехническом проектировании : метод. указания к проведению практических занятий / сост. А. Ю. Маршалка. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 15 с. - Текст : электронный. - URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/cc1/cc14db6adc17c6c0cd2e633d70813ae5.pdf>

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### **Перечень лицензионного ПО**

| № | Наименование  | Краткое описание   |
|---|---|--|
| 1 | Microsoft Windows                                   | Операционная система   |
| 2 | Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint) | Пакет офисных приложений   |
| 3 | Midas GTS NX  | Система конечноэлементного моделирования задач геотехники и фундаментостроения |
| 4 | Система тестирования INDIGO                         | Система для проведения тестирования  |

### **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

| № | Наименование          | Тематика   | Электронный адрес   |
|---|-----------------------|--|---|
| 1 | База знаний ЛИРА-САПР | Математическое моделирование задач строительства | <a href="https://rflira.ru/kb/">https://rflira.ru/kb/</a> |

## **12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине**

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

| №<br>п/<br>п | Наименование учебных<br>предметов, курсов,<br>дисциплин (модулей),<br>практики, иных видов<br>учебной деятельности,<br>предусмотренных<br>учебным планом<br>образовательной<br>программы | Наименование помещений<br>для проведения всех видов<br>учебной деятельности,<br>предусмотренной учебным<br>планом, в том числе<br>помещения для<br>самостоятельной работы, с<br>указанием перечня основного<br>оборудования, учебно-<br>наглядных пособий<br>и используемого<br>программного обеспечения  | Адрес (местоположение)<br>помещений для проведения<br>всех видов учебной<br>деятельности,<br>предусмотренной учебным<br>планом (в случае реализации<br>образовательной программы в<br>сетевой форме дополнительно<br>указывается наименование<br>организации, с которой<br>заключен договор) |
|--------------|--|---|--|
| 1            | 2  | 3   | 4  |
| 1            | Численное<br>моделирование в<br>архитектурном и<br>геотехническом<br>проектировании  | Помещение №102 ГД,<br>площадь — 78 кв. м.;<br>Лаборатория "Оснований и<br>фундаментов" (кафедры<br>оснований и фундаментов<br>лабораторное оборудование<br>(оборудование лабораторное<br>— 2 шт.; весы — 1 шт.; стенд<br>лабораторный — 3 шт.);<br>технические средства<br>обучения (телевизор — 1<br>шт.); специализированная<br>мебель (учебная доска,<br>учебная мебель) | 350044, Краснодарский край,<br>г. Краснодар, ул. им.<br>Калинина, 13   |
| 2            | Численное<br>моделирование в<br>архитектурном и<br>геотехническом<br>проектировании  | Помещение №102а ГД,<br>площадь — 27 кв. м.;<br>помещение для хранения и<br>профилактического<br>обслуживания учебного<br>оборудования. сплит-система<br>— 1 шт.; лабораторное<br>оборудование(оборудование<br>лабораторное — 2 шт.;<br>измеритель — 4 шт.; стенд<br>лабораторный — 1 шт.);  | 350044, Краснодарский край,<br>г. Краснодар, ул. им.<br>Калинина, 13   |
| 3            | Численное<br>моделирование в<br>архитектурном и<br>геотехническом<br>проектировании  | Помещение №111 ГД,<br>посадочных мест — 30;<br>площадь — 44,6 кв. м.;<br>учебная аудитория для<br>проведения занятий<br>семинарского типа,<br>курсового<br>проектирования(выполнения<br>курсовых работ), групповых<br>и индивидуальных<br>консультаций, текущего<br>контроля и промежуточной<br>аттестации. сплит-система —<br>1 шт.; специализированная                    | 350044, Краснодарский край,<br>г. Краснодар, ул. им.<br>Калинина, 13   |

| №<br>п/<br>п | Наименование учебных<br>предметов, курсов,<br>дисциплин (модулей),<br>практики, иных видов<br>учебной деятельности,<br>предусмотренных<br>учебным планом<br>образовательной<br>программы | Наименование помещений<br>для проведения всех видов<br>учебной деятельности,<br>предусмотренной учебным<br>планом, в том числе<br>помещения для<br>самостоятельной работы, с<br>указанием перечня основного<br>оборудования, учебно-<br>наглядных пособий<br>и используемого<br>программного обеспечения  | Адрес (местоположение)<br>помещений для проведения<br>всех видов учебной<br>деятельности,<br>предусмотренной учебным<br>планом (в случае реализации<br>образовательной программы в<br>сетевой форме дополнительно<br>указывается наименование<br>организации, с которой<br>заключен договор) |
|--------------|--|---|--|
|              |  | мебель(учебная доска,<br>учебная мебель)  |  |
| 4            | Численное<br>моделирование в<br>архитектурном и<br>геотехническом<br>проектировании  | Помещение №420 ГД,<br>посадочных мест — 25;<br>площадь— 53,7кв. м.;<br>помещение для<br>самостоятельной работы<br>обучающихся. технические<br>средства<br>обучения(компьютер<br>персональный — 13<br>шт.);доступ к сети<br>«Интернет»; доступ в<br>электронную<br>информационно-<br>образовательную среду<br>университета;<br>специализированная мебель<br>(учебная мебель) | 350044, Краснодарский край,<br>г. Краснодар, ул. им.<br>Калинина, 13   |