

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования «Вятский государственный университет»**  
**(«ВятГУ»)**  
**г. Киров**

Утверждаю  
Директор/Декан Синицына О. В.



Номер регистрации  
РПД\_3-08.03.01.01\_2017\_81402

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**Математическое моделирование в строительстве**

|                          | <small>наименование дисциплины</small>  |
|--------------------------|---|
| Квалификация выпускника  | Бакалавр пр.  |
| Направление подготовки   | 08.03.01<br><small>шифр</small>   |
|                          | Строительство<br><small>наименование</small>                                  |
| Направленность (профиль) | 3-08.03.01.01<br><small>шифр</small>  |
|                          | Промышленное и гражданское строительство<br><small>наименование</small>       |
| Формы обучения           | Заочная, Очная<br><small>наименование</small>                                 |
| Кафедра-разработчик      | Кафедра строительных конструкций и машин (ОРУ)<br><small>наименование</small> |
| Выпускающая кафедра      | Кафедра строительного производства (ОРУ)<br><small>наименование</small>       |

**Сведения о разработчиках рабочей программы учебной дисциплины  
Математическое моделирование в строительстве**

наименование дисциплины

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Квалификация выпускника  | Бакалавр пр.   |
| Направление подготовки   | 08.03.01<br>шифр   |
|                          | Строительство<br>наименование                            |
| Направленность (профиль) | 3-08.03.01.01<br>шифр                                    |
|                          | Промышленное и гражданское строительство<br>наименование |
| Формы обучения           | Заочная, Очная<br>наименование                           |

**Разработчики РП**

Кандидат наук: технические, Доцент, Буравлев Виктор Федорович  
степень, звание, ФИО

**Зав. кафедры ведущей дисциплину**

Кандидат наук: технических наук, Юркин Юрий Викторович  
степень, звание, ФИО

**РП соответствует требованиям ФГОС ВО**

**РП соответствует запросам и требованиям работодателей**

## Концепция учебной дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование в строительстве» является фундаментальной дисциплиной в подготовке бакалавров по направлению «Строительство» вне зависимости от дальнейшего выбора профиля, способных работать в любых строительных организациях.

Проектирование любых инженерных объектов начинается с разработки корректной модели сооружения, сначала физической, а затем и математической. Физическая модель (расчетная схема) получается путем принятия ряда упрощающих гипотез, не влияющих, с точки зрения проектировщика, на поведение системы при внешних воздействиях (собственного веса, снеговой, ветровой, сейсмической и т. п. нагрузках). Построение математической модели сводится к формированию систем уравнений, в процессе решения которых находится реакция сооружения на подобные воздействия в виде напряженно-деформированного состояния, обеспечивающего прочность, устойчивость. Они должны обеспечить будущим бакалаврам, а впоследствии инженерам знание общих методов:

- построения физических и математических моделей инженерных сооружений при различных внешних воздействиях;
- решения систем уравнений, описывающих поведение сооружения, точными аналитическими методами, а также наиболее часто используемыми приближенными методами;
- разработки компьютерных программ для численной реализации полученных алгоритмов;
- современного оформления технических отчетов с использованием текстовых, графических и табличных редакторов.

Концепция курса предусматривает применение активных методов обучения. При изучении прикладных разделов курса математического моделирования практически каждое занятие лекционного типа представляет собой проблемную лекцию, посвященную совместному с обучающимися решению определенной конструкторской или производственной задачи, весь лекционный курс обеспечен презентациями, позволяющими лучше усвоить материал. На лабораторных занятиях каждый обучающийся получает индивидуальное задание. При выполнении лабораторных работ используется методическое обеспечение, включающее образцы выполнения технических отчетов.

## Цели и задачи учебной дисциплины

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Цель учебной дисциплины   | Получение знаний и выработка навыков, необходимых студентам для успешного решения задач по разработке расчетных моделей, корректно описывающих реакцию инженерного сооружения на различные внешние воздействия, а также представление результатов в виде технического отчета, содержащего тексты, формулы, таблицы и графики, оформленного с использованием языка программирования Pascal ABC и табличного редактора "Excel". |
| Задачи учебной дисциплины | <ul style="list-style-type: none"><li>• изучение методов построения физических и математических моделей различных сооружений при соответствующих внешних воздействиях;</li></ul>  |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение методов решения систем уравнений;</li> <li>• овладение методами построения компьютерных программ;</li> <li>• изучение правил оформления технических отчетов.</li> </ul> |
|--|---|

### Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

|   |  |
|---|--|
| Учебная дисциплина входит в блок                              | Б1   |
| Обеспечивающие (предшествующие) учебные дисциплины и практики | Математика<br>Основы информатики<br>Физика   |
| Обеспечиваемые (последующие) учебные дисциплины и практики    | Автоматизация строительного проектирования (Модуль 2)<br>Метод конечных элементов в строительном проектировании (Модуль 2) |

**Требования к компетенциям обучающегося, необходимым для освоения учебной дисциплины (предшествующие учебные дисциплины и практики)**

**Дисциплина: Математика**

**Компетенция ОПК-1**

| способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования |   |  |
|---|---|--|
| Знает   | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию, математический анализ. Методы математики, позволяющие создавать математические модели при решении задач, возникающих в ходе учебной и профессиональной деятельности         | Пользоваться математической литературой, применять методы математики в процессе изучения общеобразовательных и прикладных дисциплин. Выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе учебной и профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий математический аппарат | Первичными навыками и основными методами решения математических задач, возникающих при изучении дисциплин общеобразовательного и профессионального цикла; способен к точной и обстоятельной аргументации в математических рассуждениях. Навыками применения методов математики к решению нестандартных задач, возникающих в ходе учебной и профессиональной деятельности |

**Дисциплина: Математика**

**Компетенция ОПК-2**

| способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат |   |   |
|--|---|---|
| Знает  | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности  |
| Методы математики, позволяющие осуществлять научно-исследовательские работы в ходе профессиональной деятельности   | Применять математический аппарат в процессе научно-исследовательской деятельности | Навыками применения методов математики в ходе научно-исследовательской деятельности |

**Дисциплина: Основы информатики**

**Компетенция ОПК-4**

|  |
|--|
| владением эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления |
|--|

| информацией  |   |   |
|--|---|---|
| Знает  | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности  |
| Основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологию составления программ | Работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой и основными офисными приложениями | Навыками использования программного обеспечения и технологии программирования |

**Дисциплина: Физика**

**Компетенция ОПК-1**

| способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования |   |  |
|---|---|--|
| Знает   | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности                                     |
| Основные понятия и законы механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновых процессов и оптики, квантовой физики  | Применять полученные знания по физике и химии при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности | Современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента |

**Дисциплина: Физика**

**Компетенция ОПК-2**

| способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат |   |  |
|--|---|--|
| Знает  | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности                           |
| Основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики  | Использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных | Навыками использования основных общезначимых законов и принципов |

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Компетенция ОПК-1**

|   |   |  |
|---|---|--|
| способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования |   |  |
| Знает   | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Методы математического анализа и моделирования  | Применять методы математического анализа и моделирования при решении инженерных задач | Навыками применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач |

**Компетенция ОПК-2**

|  |  |   |
|--|--|---|
| способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат |  |   |
| Знает  | Умеет  | Имеет навыки и (или) опыт деятельности  |
| Методы математики, позволяющие осуществлять расчет и проектирование строительных конструкций и их элементов  | Применять математический аппарат в процессе проектирования и расчета строительных конструкций и их элементов | Навыками применения методов математики в ходе проектирования и расчета строительных конструкций |

**Компетенция ПК-2**

|   |   |   |
|---|---|---|
| владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования |   |   |
| Знает   | Умеет   | Имеет навыки и (или) опыт деятельности  |
| методы математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования  | пользоваться методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных | владение методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных |

|  |                |                |
|--|----------------|----------------|
|  | проектирования | проектирования |
|--|----------------|----------------|

**Структура учебной дисциплины**  
**Тематический план**

| № п/п | Наименование разделов учебной дисциплины (модулей, тем) | Часов | ЗЕТ  | Шифр формируемых компетенций |
|-------|---|-------|------|------------------------------|
| 1     | Разработка математических моделей                       | 18.00 | 0.50 | ОПК-1                        |
| 2     | Метод конечных разностей (МКР)                          | 20.00 | 0.55 | ОПК-2                        |
| 3     | Метод конечных элементов (МКЭ)                          | 30.00 | 0.85 | ПК-2                         |
| 4     | Подготовка и сдача промежуточной аттестации             | 4.00  | 0.10 | ОПК-1, ОПК-2, ПК-2           |

**Формы промежуточной аттестации**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Зачет           | 2 семестр (Очная форма обучения)<br>3 семестр (Заочная форма обучения)               |
| Экзамен         | Не предусмотрен (Очная форма обучения)<br>Не предусмотрен (Заочная форма обучения)   |
| Курсовая работа | Не предусмотрена (Очная форма обучения)<br>Не предусмотрена (Заочная форма обучения) |
| Курсовой проект | Не предусмотрена (Очная форма обучения)<br>Не предусмотрена (Заочная форма обучения) |

### Объем учебной дисциплины и распределение часов по видам учебной работы

| Форма обучения         | Курсы | Семестры | Общий объем (трудоемкость) |     | в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час |        |                                    |                      | Самостоятельная работа, час | Курсовая работа (проект), семестр | Зачет, семестр | Экзамен, семестр |
|------------------------|-------|----------|----------------------------|-----|--|--------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|
|                        |       |          | Часов                      | ЗЕТ | Всего  | Лекции | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия |                             |                                   |                |                  |
| Очная форма обучения   | 1     | 2        | 72                         | 2   | 30   | 10     | 0                                  | 20                   | 42                          |                                   | 2              |                  |
| Заочная форма обучения | 2     | 3        | 72                         | 2   | 10   | 2      | 0                                  | 8                    | 62                          |                                   | 3              |                  |

## Содержание учебной дисциплины

### Очная форма обучения

| Код занятия  | Наименование тем (занятий)  | Трудоемкость |              |  |
|--|---|--------------|--------------|--|
|  |   | Общая        |              | В т.ч. проводимых в интерактивных формах |
|  |   | ЗЕТ          | Часов        |  |
| <b>Модуль 1 « Разработка математических моделей»</b> |   | <b>0.50</b>  | <b>18.00</b> |  |
|  | Лекция  |              |              |  |
| Л1.1   | Разработка физических и математических моделей сооружений. Точное решение (вариант граничных условий А)                             |              | 1.00         |  |
| Л1.2   | Точное решение вариантов граничных условий В и С  |              | 1.00         |  |
|  | Лабораторная работа   |              |              |  |
| Р1.1   | Интегрирование дифференциального уравнения для индивидуального варианта, разработка компьютерной программы для численной реализации |              | 4.00         |  |
| Р1.2   | Построение графиков в табличном редакторе "Excel"   |              | 2.00         |  |
|  | СРС   |              |              |  |
| С1.1   | Ознакомление с индивидуальным заданием, интегрирование дифференциального уравнения, определение постоянных интегрирования           |              | 2.00         |  |
| С1.2   | Принципы разработки вычислительных программ на языке программирования Pascal ABC  |              | 8.00         |  |
| <b>Модуль 2 « Метод конечных разностей (МКР)»</b>    |   | <b>0.55</b>  | <b>20.00</b> |  |
|  | Лекция  |              |              |  |
| Л2.1   | Понятие о конечных разностях. Решение конечноразностного уравнения для варианта   |              | 1.00         |  |

|  |   |             |              |  |
|--|---|-------------|--------------|--|
|  | граничных условий А способом Крамера  |             |              |  |
| Л2.2   | Переход от поля перемещений к внутренним усилиям  |             | 1.00         |  |
| Л2.3   | Решение МКР для варианта "А"  |             | 1.00         |  |
| Л2.4   | Решение МКР для варианта "С"  |             | 1.00         |  |
|  | Лабораторная работа   |             |              |  |
| Р2.1   | Решение конечноразностного уравнения. Разработка, отладка программы для численной реализации (метод исключения Гаусса или метод жорданова исключения) |             | 2.00         |  |
| Р2.2   | Построение графиков перемещений и усилий в редакторе "Excel"  |             | 2.00         |  |
|  | СРС   |             |              |  |
| С2.1   | Формирование конечноразностных соотношений для производных различного порядка   |             | 4.00         |  |
| С2.2   | Ознакомление с алгоритмами решения систем алгебраических уравнений  |             | 4.00         |  |
| С2.3   | Построение кусочно-постоянных зависимостей в табличном редакторе "Excel"  |             | 4.00         |  |
| <b>Модуль 3 « Метод конечных элементов ( МКЭ)»</b> |   | <b>0.85</b> | <b>30.00</b> |  |
|  | Лекция  |             |              |  |
| Л3.1   | Формирование конечноэлементного уравнения на основе метода Ритца-Тимошенко  |             | 2.00         |  |
| Л3.2   | Учет геометрических граничных условий и решение конечноэлементного уравнения для различных вариантов граничных условий А                              |             | 1.00         |  |

|   |  |             |              |  |
|---|--|-------------|--------------|--|
| Л3.3  | Переход от поля перемещений к внутренним усилиям   |             | 1.00         |  |
|   | Лабораторная работа  |             |              |  |
| Р3.1  | Решение конечноэлементного уравнения   |             | 2.00         |  |
| Р3.2  | Разработка и отладка программы для численной реализации решения (метод исключения Гаусса или метод жорданова исключения)   |             | 4.00         |  |
| Р3.3  | Построение графиков в табличном редакторе "Excel"  |             | 4.00         |  |
|   | СРС  |             |              |  |
| С3.1  | Понятие о методе конечных элементов. Глобальные и локальные координаты. Запись функционала полной потенциальной энергии    |             | 3.00         |  |
| С3.2  | Формирование конечноэлементного уравнения методом Ритца. Матрица жесткости и матрица преобразования нагрузки               |             | 3.00         |  |
| С3.3  | Учет геометрических граничных условий в методе конечных элементов. Переход от поля перемещений к вектору внутренних усилий |             | 3.00         |  |
| С3.4  | Формирование зачетной работы   |             | 7.00         |  |
| <b>Модуль 4 «Подготовка и сдача промежуточной аттестации»</b> |  | <b>0.10</b> | <b>4.00</b>  |  |
|   | Зачет  |             |              |  |
| 34.1  | Подготовка к зачету  |             | 4.00         |  |
| <b>ИТОГО</b>  |  | <b>2</b>    | <b>72.00</b> |  |

#### Заочная форма обучения

| Код занятия | Наименование тем (занятий) | Трудоемкость |       |                                   |
|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------------------------|
|             |                            | Общая        |       | В т.ч. проводимых в интерактивных |
|             |                            | ЗЕТ          | Часов |                                   |
|             |                            |              |       |                                   |

|  |   |             |              |        |
|--|---|-------------|--------------|--------|
|  |   |             |              | формах |
| <b>Модуль 1 « Разработка математических моделей»</b> |   | <b>0.50</b> | <b>18.00</b> |        |
|  | Лекция  |             |              |        |
| Л1.1   | Разработка физических и математических моделей сооружений. Точное решение (вариант граничных условий А)                             |             | 0.25         |        |
| Л1.2   | Точное решение вариантов граничных условий В и С  |             | 0.25         |        |
|  | Лабораторная работа   |             |              |        |
| Р1.1   | Интегрирование дифференциального уравнения для индивидуального варианта, разработка компьютерной программы для численной реализации |             | 2.00         |        |
| Р1.2   | Построение графиков в табличном редакторе "Excel"   |             | 0.50         |        |
|  | СРС   |             |              |        |
| С1.1   | Ознакомление с индивидуальным заданием, интегрирование дифференциального уравнения, определение постоянных интегрирования           |             | 4.00         |        |
| С1.2   | Принципы разработки вычислительных программ на языке программирования Pascal ABC  |             | 11.00        |        |
| <b>Модуль 2 « Метод конечных разностей (МКР)»</b>    |   | <b>0.55</b> | <b>20.00</b> |        |
|  | Лекция  |             |              |        |
| Л2.1   | Понятие о конечных разностях. Решение конечноразностного уравнения для варианта граничных условий А способом Крамера                |             | 0.25         |        |
| Л2.2   | Переход от поля перемещений к внутренним усилиям  |             | 0.25         |        |
| Л2.3   | Решение МКР для варианта "А"  |             | 0.25         |        |
| Л2.4   | Решение МКР для варианта  |             | 0.25         |        |

|  |   |             |              |  |
|--|---|-------------|--------------|--|
|  | "С"   |             |              |  |
|  | Лабораторная работа   |             |              |  |
| P2.1   | Решение конечноразностного уравнения. Разработка, отладка программы для численной реализации (метод исключения Гаусса или метод жорданова исключения) |             | 2.00         |  |
| P2.2   | Построение графиков перемещений и усилий в редакторе "Excel"  |             | 0.50         |  |
|  | СРС   |             |              |  |
| C2.1   | Формирование конечноразностных соотношений для производных различного порядка   |             | 7.50         |  |
| C2.2   | Ознакомление с алгоритмами решения систем алгебраических уравнений  |             | 5.00         |  |
| C2.3   | Построение кусочно-постоянных зависимостей в табличном редакторе "Excel"  |             | 4.00         |  |
| <b>Модуль 3 « Метод конечных элементов ( МКЭ)»</b> |   | <b>0.85</b> | <b>30.00</b> |  |
|  | Лекция  |             |              |  |
| Л3.1   | Формирование конечноэлементного уравнения на основе метода Ритца-Тимошенко  |             | 0.20         |  |
| Л3.2   | Учет геометрических граничных условий и решение конечноэлементного уравнения для различных вариантов граничных условий А                              |             | 0.20         |  |
| Л3.3   | Переход от поля перемещений к внутренним усилиям  |             | 0.10         |  |
|  | Лабораторная работа   |             |              |  |
| P3.1   | Решение конечноэлементного уравнения  |             | 1.00         |  |
| P3.2   | Разработка и отладка  |             | 1.50         |  |

|   |  |             |              |  |
|---|--|-------------|--------------|--|
|   | программы для численной реализации решения (метод исключения Гаусса или метод жорданова исключения)                        |             |              |  |
| Р3.3  | Построение графиков в табличном редакторе "Excel"  |             | 0.50         |  |
|   | СРС  |             |              |  |
| С3.1  | Понятие о методе конечных элементов. Глобальные и локальные координаты. Запись функционала полной потенциальной энергии    |             | 7.00         |  |
| С3.2  | Формирование конечноэлементного уравнения методом Ритца. Матрица жесткости и матрица преобразования нагрузки               |             | 6.00         |  |
| С3.3  | Учет геометрических граничных условий в методе конечных элементов. Переход от поля перемещений к вектору внутренних усилий |             | 6.00         |  |
| С3.4  | Формирование зачетной работы   |             | 7.50         |  |
| <b>Модуль 4 «Подготовка и сдача промежуточной аттестации»</b> |  | <b>0.10</b> | <b>4.00</b>  |  |
|   | Зачет  |             |              |  |
| 34.1  | Подготовка к зачету  |             | 4.00         |  |
| <b>ИТОГО</b>  |  | <b>2</b>    | <b>72.00</b> |  |

Рабочая программа может использоваться в том числе при обучении по индивидуальному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении.

## **Описание применяемых образовательных технологий**

Организация учебного процесса предусматривает применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

При обучении могут применяться дистанционные образовательные технологии и электронное обучение.

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции и семинарские (практические, лабораторные) занятия, получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Выбор методов и средств обучения, образовательных технологий осуществляется преподавателем исходя из необходимости достижения обучающимися планируемых результатов освоения дисциплины, а также с учетом индивидуальных возможностей обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Организация учебного процесса предусматривает применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, кроме того они способствуют формированию у обучающихся навыков самостоятельной работы с научной литературой.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью практических и лабораторных занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе, степени и качества усвоения материала; применение теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказания помощи в его освоении.

Практические (лабораторные) занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки определяются преподавателем, ведущим занятия.

На практических (лабораторных) занятиях под руководством преподавателя обучающиеся обсуждают дискуссионные вопросы, отвечают на вопросы тестов, закрепляя приобретенные знания, выполняют практические (лабораторные) задания и т.п. Для успешного проведения практического (лабораторного) занятия обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения, сформировать определенные навыки и умения и т.п.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение задач и т.п.), которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме дисциплины преподаватель предлагает обучающимся перечень заданий для самостоятельной работы. Самостоятельная работа по дисциплине может осуществляться в различных формах (например: подготовка докладов; написание рефератов; публикация тезисов; научных статей; подготовка и защита курсовой работы / проекта; другие).

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно либо группой и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Результатом самостоятельной работы должно стать формирование у обучающегося определенных знаний, умений, навыков, компетенций.

Система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля), промежуточная аттестация обучающихся - оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю) (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ)).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущей аттестации в течение семестра.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) осуществляется на основе действующего Положения об организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ВятГУ.

Для приобретения требуемых компетенций, хороших знаний и высокой оценки по дисциплине обучающимся необходимо выполнять все виды работ своевременно в течение учебного периода.

**Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины, в том числе  
учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы  
обучающегося по учебной дисциплине**

**Учебная литература (основная)**

2) Бате, Клаус-Юрген. Методы конечных элементов / К. -Ю. Бате ; пер. В. П. Шидловский. - М. : [б. и.], 2010. - 1022 с.. - Библиогр.: с. 1001-1014

3) Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Анохин. - М. : Изд-во АСВ, 2007 - . Ч. 1 : Статически определимые системы. - 334 с.. - Библиогр.: с. 332

1) Вержбицкий, Валентин Михайлович. Основы численных методов : учеб. / В. М. Вержбицкий. - 2-е перераб.. - М. : Высш. шк., 2005. - 840 с. : ил.. - Библиогр.: с. 820-829

4) Вержбицкий, Валентин Михайлович. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения : учеб. пос. / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., испр.. - М. : ОНИКС 21 век, 2005. - 400 с. : ил.. - Библиогр.: с. 387-393

**Учебная литература (дополнительная)**

3) Тимофеев, Борис Львович. Решение задач по аналитической механике с основами теории [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для студентов направления 08.03.01 всех профилей подготовки, всех форм обучения / Б. Л. Тимофеев ; ВятГТУ, ИСФ, каф. ТиСМ. - Киров : [б. и.], 2016. - 75 с. Имеется печатная версия.

1) Дарков, Анатолий Владимирович. Строительная механика : учебник / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 12-е изд., стер.. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 655 с. : ил.. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 650

2) Михайлов, Александр Михайлович. Сопротивление материалов : учеб. для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Строительство" / А. М. Михайлов. - Москва : Академия, 2009. - 446, [1] с. : ил.. - (Высшее профессиональное образование. Строительство) (Учебник). - Библиогр.: с. 444

4) Шишкин, В. М. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов [Электронный ресурс] : учеб. пособие: дисциплина "Строительная механика": специальности 270102, 270105 / В. М. Шишкин ; ВятГУ, ФСА, кафедра ТиСМ. - Киров : [б. и.], 2010. - 91 с.. - Библиогр.: с. 92 Имеется печатная версия.

**Учебно-методические издания**

1) Буравлев, Виктор Федорович. Математическое моделирование в строительстве [Электронный ресурс] : курс лекций: специальность 270102 "Промышленное и

гражданское строительство" (д/о) / В. Ф. Буравлев ; ВятГУ, ФСА, каф. СК. - Киров : [б. и.], 2009. - Загл. с титул. экрана

2) Буравлев, Виктор Федорович. Математическое моделирование в строительстве [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения лаборатор. работ с вариантами и образцом выполнения: специальность 270102 "Промышленное и гражданское строительство" (д/о) / В. Ф. Буравлев ; ВятГУ, ФСА, каф. СК. - Киров : [б. и.], 2009

3) Тимофеев, Борис Львович. Решение задач по статике с основами теории [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для студентов направления подготовки 270800, всех форм обучения / Б. Л. Тимофеев ; ВятГУ, ФСА, каф. ТиСМ. - Киров : [б. и.], 2012. - 60 с. - Библиогр.: с. 60-61 Имеется печатная версия.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>

2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [http://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-08.03.01.01](http://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-08.03.01.01)

3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://student.vyatsu.ru>

#### **Перечень электронно-библиотечных систем (ресурсов) и баз данных для самостоятельной работы**

Используемые сторонние электронные библиотечные системы (ЭБС):

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<http://biblio-online.ru>)

Используемые информационные базы данных и поисковые системы:

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент  
([http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/))
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

**Описание материально-технической базы, необходимой для  
осуществления образовательного процесса**

**Перечень специализированного оборудования**

| Перечень используемого оборудования  |
|--|
| МУЛЬТИМЕДИА-ПРОЕКТОР CASIO XJ-M145   |
| МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A141V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М |
| НОУТБУК HP 4530s Intel Core i3-2350M/15.6 HD AG LED SVA  |
| ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР DEPO NEOS 460SE   |
| ПРОЕКТОР BenQ MP620P DLP 1024x768  |

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| № п.п | Наименование ПО  | Краткая характеристика назначения ПО   | Производитель ПО и/или поставщик ПО | Номер договора                                   | Дата договора                    |
|-------|--|--|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| 1     | Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» | Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO | ЗАО "Анти-Плагиат"                  | Лицензионный контракт №314                       | 02 июня 2017                     |
| 2     | MicrosoftOffice 365 StudentAdvantage   | Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы MicrosoftOffice, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами                                 | ООО "Рубикон"                       | Договор № 199/16/223-ЭА                          | 30 января 2017                   |
| 3     | Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL Academic.   | Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями   | ООО "СофтЛайн" (Москва)             | ГПД 14/58  | 07.07.2014                       |
| 4     | Windows 7 Professional and Professional K  | Операционная система   | ООО "Рубикон"                       | Договор № 199/16/223-ЭА                          | 30 января 2017                   |
| 5     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса  | Антивирусное программное обеспечение   | ООО «Рубикон»                       | Лицензионный договор №647-05/16                  | 31 мая 2016                      |
| 6     | Информационная система КонсультантПлюс   | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  | ООО «КонсультантКиров»              | Договор № 559-2017-ЕП<br>Контракт № 149/17/44-ЭА | 13 июня 2017<br>12 сентября 2017 |
| 7     | Электронный периодический  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  | ООО «Гарант-Сервис»                 | Договор об информационно-                        | 01 сентября 2017                 |

|   |                                       |  |               |  |                 |
|---|---------------------------------------|--|---------------|--|-----------------|
|   | справочник «Система ГАРАНТ»           |  |               | правовом сотрудничестве №УЗ-43-01.09.2017-69 |                 |
| 8 | SecurityEssentials (Защитник Windows) | Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.                         | ООО «Рубикон» | Договор № 199/16/223-ЭА                      | 30 января 2017  |
| 9 | МойОфис Стандартный                   | Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах | ООО «Рубикон» | Контракт № 332/17/44-ЭА                      | 05 февраля 2018 |

**ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**Приложение к рабочей программе по учебной дисциплине**  
**Математическое моделирование в строительстве**

|                          |   |
|--------------------------|---|
|                          | <small>наименование дисциплины</small>  |
| Квалификация выпускника  | Бакалавр пр.  |
| Направление подготовки   | 08.03.01<br><small>шифр</small>   |
|                          | Строительство<br><small>наименование</small>                                  |
| Направленность (профиль) | <small>шифр</small>   |
|                          | Промышленное и гражданское строительство<br><small>наименование</small>       |
| Формы обучения           | Заочная, Очная<br><small>наименование</small>                                 |
| Кафедра-разработчик      | Кафедра строительных конструкций и машин (ОРУ)<br><small>наименование</small> |
| Выпускающая кафедра      | Кафедра строительного производства (ОРУ)<br><small>наименование</small>       |

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

### Этап: Входной контроль знаний по дисциплине

Результаты контроля знаний на данном этапе оцениваются по следующей шкале с оценками: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно

|        | Показатель   |   |   |
|--------|--|---|---|
|        | знает  | умеет   | имеет навыки и (или) опыт деятельности  |
| Оценка | Методы математики, позволяющие осуществлять расчет и проектирование строительных конструкций и их элементов<br>Методы математического анализа и моделирования методы математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования | пользоваться методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Применять математический аппарат в процессе проектирования и расчета строительных конструкций и их элементов Применять методы математического анализа и моделирования при решении инженерных задач | владение методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Навыками применения методов математики в ходе проектирования и расчета строительных конструкций Навыками применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач |
|        | Критерий оценивания  |   |   |
|        | знает  | умеет   | имеет навыки и (или) опыт деятельности  |

|                   |   |   |  |
|-------------------|---|---|--|
| Отлично           | Основные положения дифференциального и интегрального исчисления, физики (раздел механики)   | Определять работу сосредоточенных и распределенных сил на возможных перемещениях, находить кинетическую и потенциальную энергию   | Навыками решения линейных дифференциальных уравнений и систем алгебраических уравнений   |
| Хорошо            | Основные положения дифференциального и интегрального исчисления, физики (раздел механики), но при этом совершает отдельные некритичные ошибки, не искажающие сути рассматриваемого вопроса                              | Определять работу сосредоточенных и распределенных сил на возможных перемещениях, находить кинетическую и потенциальную энергию, но при этом совершает некритичные ошибки, не искажающие итогового результата                         | Навыками решения линейных дифференциальных уравнений и систем алгебраических уравнений. Уровень владения навыками не полностью развит, что может привести к возникновению отдельных некритичных ошибок                                       |
| Удовлетворительно | Основные положения дифференциального и интегрального исчисления, физики (раздел механики), но при этом совершает значительное количество некритичных ошибок, не искажающие, тем не менее, сути рассматриваемого вопроса | Определять работу сосредоточенных и распределенных сил на возможных перемещениях, находить кинетическую и потенциальную энергию, но при этом совершает значительное количество некритичных ошибок, не искажающих итогового результата | Навыками решения линейных дифференциальных уравнений и систем алгебраических уравнений. Уровень владения навыками находится в начальной степени формирования, что может привести к возникновению значительного количества некритичных ошибок |

### Этап: Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Результаты контроля знаний на данном этапе оцениваются по следующей шкале с оценками: аттестовано, не аттестовано

|             | Показатель  |  |  |
|-------------|---|--|--|
|             | знает   | умеет  | имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Оценка      | <p>Методы математики, позволяющие осуществлять расчет и проектирование строительных конструкций и их элементов</p> <p>Методы математического анализа и моделирования методы математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования</p> | <p>пользоваться методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Применять математический аппарат в процессе проектирования и расчета строительных конструкций и их элементов Применять методы математического анализа и моделирования при решении инженерных задач</p> | <p>владение методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Навыками применения методов математики в ходе проектирования и расчета строительных конструкций Навыками применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач</p> |
|             | Критерий оценивания   |  |  |
|             | знает   | умеет  | имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Аттестовано | Теоретический материал в текущем объеме.  | Применять теоретические знания для решения конкретных задач.   | Написанием программ на языке программирования "Pascal ABC NET".  |

### Этап: Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета

Результаты контроля знаний на данном этапе оцениваются по следующей шкале с оценками: зачтено, не зачтено

|         | Показатель  |  |  |
|---------|---|--|--|
|         | знает   | умеет  | имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Оценка  | <p>Методы математики, позволяющие осуществлять расчет и проектирование строительных конструкций и их элементов</p> <p>Методы математического анализа и моделирования методы математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования</p> | <p>пользоваться методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Применять математический аппарат в процессе проектирования и расчета строительных конструкций и их элементов Применять методы математического анализа и моделирования при решении инженерных задач</p> | <p>владение методами проведения инженерных изысканий, в области математического моделирования в строительстве в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования Навыками применения методов математики в ходе проектирования и расчета строительных конструкций Навыками применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач</p> |
|         | Критерий оценивания   |  |  |
|         | знает   | умеет  | имеет навыки и (или) опыт деятельности   |
| Зачтено | Теоретические зависимости соответствующего метода решения.  | Анализировать полученные результаты на основе графиков функций перемещений и усилий.   | Приемами построения графиков в табличном редакторе "EXCEL".  |



**Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта  
деятельности, характеризующих этапы формирования  
компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение промежуточной аттестации по учебной дисциплине**

| Текст вопроса   | Компетенции | Вид вопроса   | Уровень сложности | Элементы усвоения    | Кол-во ответов |
|---|-------------|---------------|-------------------|----------------------|----------------|
| Почему в функционал входит именно квадрат функции невязки?                                | ОПК-2       | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Из каких условий находятся неизвестные параметры в методе наименьших квадратов?           | ОПК-2       | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Чем определяется сходимость рядов для усилий и перемещений в методе наименьших квадратов? | ОПК-2       | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Что такое точки коллокации?   | ОПК-2       | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Из каких условий находятся неизвестные параметры в методе коллокаций?                     | ОПК-2       | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Переход от узловых реакций к вектору узловых усилий.                                      | ПК-2        | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Переход от узловых перемещений к вектору узловых реакций.                                 | ПК-2        | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Матрица преобразования нагрузки.  | ПК-2        | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Матрица жесткости.  | ПК-2        | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |
| Условия, из которых находятся узловые перемещения в методе конечных                       | ПК-2        | Теоретический | Конструктивный    | [В]<br>Представления |                |

|  |       |               |                |                   |   |
|--|-------|---------------|----------------|-------------------|---|
| элементов.   |       |               |                |                   |   |
| Как осуществляется учет граничных условий в методе конечных элементов.               | ПК-2  | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Функции формы для перемещений и нагрузки.  | ПК-2  | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Понятие о методе конечных элементов в форме перемещений.                             | ПК-2  | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Понятие о конечном элементе.   | ПК-2  | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Какие типы уравнений существуют в механике упругого твердого тела?                   | ОПК-1 | Теоретический | Конструктивный | [B] Понятия       |   |
| Что представляет собой математическая модель сооружения?                             | ОПК-1 | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Что представляет собой физическая модель сооружения, как она формируется?            | ОПК-1 | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления |   |
| Какие параметры и в какой форме связывают между собой деформационные соотношения?    | ОПК-1 | Теоретический | Репродуктивный | [A] Факты         | 5 |
| Какие параметры и в какой форме связывают между собой физические соотношения?        | ОПК-1 | Теоретический | Репродуктивный | [A] Факты         | 5 |
| Какие параметры и в какой форме связывают между собой соотношения упругости?         | ОПК-1 | Теоретический | Репродуктивный | [A] Факты         | 5 |
| Какие параметры и в какой форме связывают между собой уравнения упругого равновесия? | ОПК-1 | Теоретический | Репродуктивный | [A] Факты         | 5 |
| Из каких условий находятся константы   | ОПК-1 | Теоретический | Конструктивный | [B] Представления | 5 |

|  |       |               |                |                   |   |
|--|-------|---------------|----------------|-------------------|---|
| интегрирования?  |       |               |                |                   |   |
| На каком принципе базируется метод Бубнова-Галеркина?  | ОПК-1 | Теоретический | Репродуктивный | [А] Факты         | 5 |
| Из каких условий находятся неизвестные параметры в методе Ритца-Тимошенко?                                       | ОПК-2 | Теоретический | Конструктивный | [В] Представления | 5 |
| Из каких условий находятся неизвестные параметры в методе наименьших квадратов?                                  | ОПК-2 | Теоретический | Конструктивный | [В] Представления | 5 |
| Из каких условий находятся неизвестные параметры в методе конечных элементов, основанного на методе перемещений? | ОПК-2 | Теоретический | Конструктивный | [В] Представления | 5 |
| Какие факторы учитываются при формировании координатной функции?   | ОПК-2 | Теоретический | Репродуктивный | [А] Факты         | 5 |
| Каким образом осуществляется переход от узловых перемещений к узловым реакциям в методе конечных элементов.      | ОПК-2 | Теоретический | Конструктивный | [В] Представления | 5 |

## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

### **Этап: Входной контроль знаний по дисциплине**

#### **Письменный опрос, проводимый во время аудиторных занятий**

##### **Цель процедуры:**

Целью проведения входного контроля по дисциплине является выявление уровня знаний, умений, навыков обучающихся, необходимых для успешного освоения дисциплины, а также для определения преподавателем путей ликвидации недостающих у обучающихся знаний, умений, навыков.

##### **Субъекты, на которых направлена процедура:**

Процедура оценивания должна, как правило, охватывать всех обучающихся, приступивших к освоению дисциплины (модуля). Допускается неполный охват обучающихся, в случае наличия у них уважительных причин для отсутствия на занятии, на котором проводится процедура оценивания.

##### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится в начале периода обучения (семестра, модуля) на одном из первых занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия).

##### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимости применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

##### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

##### **Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов может включать вопросы открытого и закрытого типа. Из банка оценочных материалов формируются печатные бланки индивидуальных заданий. Количество вопросов, их вид (открытые или закрытые) в бланке индивидуального задания определяется преподавателем самостоятельно.

##### **Описание проведения процедуры:**

Каждому обучающемуся, принимающему участие в процедуре преподавателем выдается бланк индивидуального задания. После получения бланка индивидуального задания и подготовки ответов обучающийся должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенции дать развернутые ответы на поставленные в задании открытые вопросы и ответить на вопросы закрытого типа в установленное преподавателем время. Продолжительность проведения процедуры определяется преподавателем самостоятельно, исходя из сложности индивидуальных заданий,

количества вопросов, объема оцениваемого учебного материала, общей трудоемкости изучаемой дисциплины (модуля) и других факторов. При этом продолжительность проведения процедуры не должна, как правило, превышать двух академических часов.

#### **Шкалы оценивания результатов проведения процедуры:**

Результаты проведения процедуры проверяются преподавателем и оцениваются с применением четырехбалльной шкалы с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Преподаватель вправе применять иные, более детальные шкалы (например, стобалльную) в качестве промежуточных, но с обязательным дальнейшим переводом в четырехбалльную шкалу.

#### **Результаты процедуры:**

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке доводятся до сведения обучающихся на ближайшем занятии после занятия, на котором проводилась процедура оценивания.

По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем определяются пути ликвидации недостающих у обучающихся знаний, умений, навыков за счет внесения корректировок в планы проведения учебных занятий.

По результатам проведения процедуры оценивания обучающиеся, показавшие неудовлетворительные результаты, должны интенсифицировать свою самостоятельную работу с целью ликвидации недостающих знаний, умений, навыков.

Результаты данной процедуры могут быть учтены преподавателем при проведении процедур текущего контроля знаний по дисциплине (модулю).

### **Этап: Текущий контроль успеваемости по дисциплине**

#### **Аттестация по совокупности выполненных работ на контрольную дату**

##### **Цель процедуры:**

Целью текущего контроля успеваемости по дисциплине (модулю) является оценка уровня выполнения обучающимися самостоятельной работы и систематической проверки уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и динамики формирования компетенций в процессе обучения.

##### **Субъекты, на которых направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех без исключения обучающихся, осваивающих дисциплину (модуль) и обучающихся на очной и очно-заочной формах обучения. В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается получившим оценку «не аттестовано». Для обучающихся на заочной форме процедура оценивания не проводится.

##### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится неоднократно в течение периода обучения (семестра, модуля).

### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимости применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

### **Требования к банку оценочных средств:**

Проведение процедуры не предусматривает применения специально разработанных оценочных средств в виде перечня вопросов, заданий и т.п. Результаты процедуры по отношению к конкретному студенту определяются преподавателем, как совокупность выполненных работ: домашних заданий, контрольных работ, рефератов, эссе, защищенных коллоквиумов, тестов и др. видов, определяемых преподавателем, в том числе, в зависимости от применяемых технологий обучения.

### **Описание проведения процедуры:**

Обучающийся в течение отчетного периода обязан выполнить установленный объем работ: домашних заданий, контрольных работ, рефератов, эссе, защищенных коллоквиумов, тестов и др. видов, определяемых преподавателем, в том числе, в зависимости от применяемых технологий обучения. Успешность, своевременность выполнения указанных работ является условием прохождения процедуры.

### **Шкалы оценивания результатов проведения процедуры:**

Результаты проведения процедуры проверяются преподавателем и оцениваются с применением двухбалльной шкалы с оценками:

- «аттестовано»;
- «не аттестовано».

Преподаватель вправе применять иные, более детальные шкалы (например, столбальную) в качестве промежуточных, но с обязательным дальнейшим переводом в двухбалльную шкалу.

### **Результаты процедуры:**

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке представляются в деканат факультета, за которым закреплена образовательная программа. Деканат факультета доводит результаты проведения процедур по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы до сведения обучающихся путем размещения данной информации на стендах факультета.

По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем определяются пути ликвидации недостающих у обучающихся знаний, умений, навыков за счет внесения корректировок в планы проведения учебных занятий.

По результатам проведения процедуры оценивания обучающиеся, показавшие неудовлетворительные результаты, должны интенсифицировать свою самостоятельную работу с целью ликвидации недостающих знаний, умений, навыков.

## **Этап: Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета**

## **Зачет по совокупности выполненных работ в течение семестра**

### **Цель процедуры:**

Целью промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины – для многосеместровых дисциплин).

### **Субъекты, на которых направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех без исключения обучающихся, осваивающих дисциплину (модуль). В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

### **Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля), но, как правило, до начала экзаменационной сессии. В противном случае, деканатом факультета составляется индивидуальный график прохождения промежуточной аттестации для каждого из обучающихся, не сдавших зачеты до начала экзаменационной сессии.

### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимости применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

### **Требования к банку оценочных средств:**

Проведение процедуры не предусматривает применения специально разработанных оценочных средств в виде перечня вопросов, заданий и т.п. Результаты процедуры по отношению к конкретному студенту определяются преподавателем, как совокупность выполненных работ: домашних заданий, контрольных работ, рефератов, эссе, защищенных коллоквиумов, тестов и др. видов, определяемых преподавателем, в том числе, в зависимости от применяемых технологий обучения.

### **Описание проведения процедуры:**

Обучающийся в течение отчетного периода обязан выполнить установленный объем работ: домашних заданий, контрольных работ, рефератов, эссе, защищенных коллоквиумов, тестов и др. видов, определяемых преподавателем, в том числе, в зависимости от применяемых технологий обучения. Успешность, своевременность выполнения указанных работ является условием прохождения процедуры.

### **Шкалы оценивания результатов проведения процедуры:**

Результаты проведения процедуры проверяются преподавателем и оцениваются с применением двухбалльной шкалы с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Преподаватель вправе применять иные, более детальные шкалы (например, столбальную) в качестве промежуточных, но с обязательным дальнейшим переводом в двухбалльную шкалу.

**Результаты процедуры:**

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и зачётные ведомости, либо в зачетные карточки (для обучающихся, проходящих процедуру в соответствии с индивидуальным графиком) и представляются в деканат факультета, за которым закреплена образовательная программа.

По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

По результатам проведения процедуры оценивания обучающиеся, показавшие неудовлетворительные результаты считаются имеющими академическую задолженность, которую обязаны ликвидировать в соответствии с составляемым индивидуальным графиком. В случае, если обучающийся своевременно не ликвидировал имеющуюся академическую задолженность он подлежит отчислению из вуза, как не справившийся с образовательной программой.