

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 02 »

09

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Направление подготовки 08.04.01 «Строительство».

Профиль/программа подготовки

- Теория и проектирование зданий и сооружений;
- Проектирование, реконструкция и эксплуатация энергоэффективных зданий.

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	3/108	18	18	-	72	Зачет
Итого	3/108	18	18	-	72	Зачет

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение студентами базовых теоретических знаний и практических навыков, необходимых для построения математических моделей различных инженерно-строительных объектов.

Задачи:

- развитие умений и навыков выбора расчётных схем, определение видов напряжений и деформаций типовых элементов строительных конструкций;
- развитие умений и навыков расчёта напряжённо-деформированного состояния элементов строительных конструкций при различных видах нагружения;
- изучение и овладение навыками расчёта напряжений и деформаций в упругих средах для решения различных задач расчета и проектирования элементов строительных конструкций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к базовой части дисциплин учебного плана направления 08.04.01 «Строительство».

Пререквизиты дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теория упругости», навыки работы на ПК.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП/

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы освоения компетенций (показатели освоения компетенций)
1	2	3
ОПК-1: Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук	Частичное освоение	<b>Знать:</b> математический аппарат фундаментальных наук. <b>Уметь:</b> решать задачи профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> методами использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 час.

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Понятие математической модели. Этапы моделирования. Напряжение. Смещение. Деформация. Связь между напряжением и деформацией.	1	1-4	6	2		12	4/50	
2	Напряжённо- деформированное состояние трубы под действием внешнего и внутреннего давления.	1	5-8	2	4		16	2/33	Р-к 1
3	Напряжённо- деформированное состояние балки-стенки.	1	9-12	4	6		16	5/50	Р-к 2
4	Напряжённо- деформированное состояние плиты на упругом основании.	1	13-16	4	4		20	4/50	
5	Критическая нагрузка на слабую грунтовую среду.	1	17-18	2	2		8	1/25	Р-к 3
Всего за 1 семестр		1		18	18		72	16/44	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				18	18		72	16/44	Зачет

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Понятие математической модели. Этапы моделирования.

Содержание темы: Метод математического моделирования как важнейший метод исследования реальных объектов. Понятие математической модели. Схематизация реальных объектов. Этапы построения математических моделей элементов строительных конструкций. Напряжения и деформации. Законы Гука. Связь между напряжениями и деформациями.

Тема 2. Напряжённо- деформированное состояние трубы под действием внешнего и внутреннего давления.

Содержание темы. Напряженно-деформированное состояние толстостенного цилиндра под действием внешнего и внутреннего давления. Напряжения и перемещения. Расчет толстостенных цилиндров.

Тема 3. Напряжённно- деформированное состояние балки-стенки.

Содержание: Определение напряженного состояния балки-стенки с помощью функций напряжения. Бигармоническое уравнение плоской задачи.

Тема 4. Напряжённно- деформированное состояние плиты на упругом основании.

Содержание: Модели грунта. Плита на сплошном упругом основании. Расчёт и анализ напряжённного состояния плиты.

Тема 5. Критическая нагрузка на слабую грунтовую среду.

Содержание: Характеристики грунта. Критическая нагрузка и её оценка для различных форм техногенного рельефа.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Тема 1: Содержание темы: Главные значение и главные направления (оси) тензора напряжения.

Тема 2: Содержание темы: Толстостенная труба под действием внешнего и внутреннего давления. Математическая модель. Расчёт и анализ напряжённно-деформированного состояния трубы.

Тема 3: Содержание темы: Балка-стенка. Расчёт и анализ напряжённного состояния балки-стенки.

Тема 4: Содержание темы: Плита на сплошном упругом основании. Расчёт и анализ напряжённного состояния плиты.

Тема 5: Содержание темы: Слабый грунт. Критическая нагрузка и её оценка для различных форм техногенного рельефа.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (тема № 1, 3);
- Анализ ситуаций (тема № 2, 4);
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 3, 5).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Текущий контроль успеваемости**

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

#### **Рейтинг-контроль 1**

1. Что такое математическое моделирование?
2. Математическая модель.
3. Этапы математического моделирования.

4. Прямая задача.
5. Обратная задача.
6. Математическая модель простейшего гармонического движения (ПГД).
7. Прямая задача ПГД.
8. Математическая модель движения с затуханием (ДЗ).
9. Прямая задача ДЗ.
10. Обратная задача ДЗ.
11. Коэффициент вязкости.
12. Постоянная затухания.
13. Смещение.
14. Уравнения однородной деформации.
15. Деформация.
16. Тензор упругих деформаций и его свойства.
17. Тензор чистой деформации.
18. Дилатация.
19. Тензор напряжения и его свойства
20. Главные значения и главные оси напряжения.
21. Главные значения и главные оси деформации.
22. Связь между напряжением и деформацией.
23. Модули упругости.

#### Рейтинг-контроль 2

1. Толстостенная труба.
2. Плоское напряжённое состояние.
3. Физическая модель.
4. Статическая задача.
5. Геометрическая задача.
6. Физическая задача.
7. Математическая модель.
8. Прямая задача.
9. Анализ результатов решения прямой задачи.
10. Частные случаи решения прямой задачи.
11. Зависимость НДС трубы от модулей упругости
12. Балка-стенка.
13. Уравнения равновесия для плоской задачи.
14. Граничные условия.
15. Система уравнений для плоской задачи.
16. Функция напряжения и её свойства.
17. Связь напряжений с функцией напряжения.
18. Бигармоническое уравнение.
19. Функция напряжения в форме полинома.
20. Метод конечных разностей.
21. Бигармоническое уравнение для квадратной сетки.
22. Бигармоническое уравнение для прямоугольной сетки.
23. Виды узлов.
24. Рамная аналогия балки-стенки.
25. Методика расчёта балки-стенки.

### Рейтинг-контроль 3

1. Модель грунта Винклера.
2. Другие модели грунта.
3. Недостатки моделей грунта.
4. Коэффициент постели.
5. Метод определения коэффициента постели.
6. Физико-механические свойства грунта.
7. Математическая модель плиты на сплошном упругом основании.
8. Решение дифференциального уравнения.
9. Решение для бесконечной плиты при сосредоточенной силе.
10. Метод расчёта с помощью таблиц безразмерных величин.
11. Условия расчёта.
12. Исходные данные для расчёта.
13. Показатель гибкости полосы.
14. Расчётная категория полосы.
15. Выбор таблиц безразмерных величин.
16. Безразмерные величины НДС полосы.
17. Методика расчёта для сосредоточенной силы.
18. Методика расчёта для равномерно распределённой нагрузки.
19. Построение эпюр.
20. Фазы процесса деформирования грунта.
21. Гидростатическое напряжённое состояние.
22. Что такое выпор грунта.
23. Методы расчёта критического усилия.
24. От чего зависит критическое усилие?
25. Условие предельного равновесия грунта.

### 6.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет)

#### Вопросы к зачету

1. Основные понятия метода математического моделирования: математическая модель, этапы математического моделирования.
2. Прямая и обратная задачи математического моделирования.
3. Перемещения: свойства, уравнения однородной деформации.
4. Деформация: тензор упругой деформации, физический смысл компонентов тензора.
5. Главные значения и главные оси, метод их определения, дилатация.
6. Напряжение: тензор напряжения и его свойства.
7. Главные значения и главные оси напряжения.
8. Связь между напряжением и деформацией для изотропной и упругой среды (закон Гука).
9. Модули упругости.
10. Математическая модель толстостенной трубы (задача Ламе).
11. Анализ частных случаев решения задачи Ламе.
12. Уравнения равновесия для плоской задачи. Граничные условия.
13. Функция напряжения и её свойства.
14. Связь напряжений с функцией напряжения.

15. Бигармоническое уравнение.
16. Выбор действительного решения.
17. Решение бигармонического уравнения в форме полиномов различных степеней.
18. Метод конечных разностей для вычисления напряжений.
19. Суть метода рамной аналогии балки-стенки: его достоинства и недостатки.
20. Расчёт балки-стенки методом конечных разностей.
21. Грунт: его свойства, модели.
22. Модель Винклера. Применение, оценки.
23. Дифференциальное уравнение математической модели плиты на сплошном упругом основании.
24. Решение дифференциального уравнения для бесконечной полосы при сосредоточенной нагрузке.
25. Анализ решения дифференциального уравнения при наличии и отсутствии внешней нагрузки.
26. Классификация полос при расчёте плит на сплошном упругом основании.
27. Методика расчёта полосы с помощью функций безразмерных величин для сосредоточенной нагрузки.
28. Методика расчёта полосы с помощью функций безразмерных величин для равномерно распределённой нагрузки.
29. Фазы процесса деформирования грунта под действием статической нагрузки.
30. Определение критического усилия на грунт под действием положительных и «отрицательных» форм техногенного рельефа.
31. Зависимость критического усилия от физико-механических свойств грунта.

### **6.3. Самостоятельная работа студентов**

1. Углублённое изучение метода математического моделирования. Самостоятельное изучение литературных источников.
2. Изучение отдельных вопросов теории упругости. Самостоятельное изучение литературных источников.
3. Выполнение расчётов напряжённо-деформированного состояния типовых конструкций.
4. Расчет балки стенки по функции напряжений.
5. Расчет толстостенной трубы при действии внутреннего давления.
6. Расчет толстостенной трубы при действии внешнего давления.
7. Расчет толстостенной трубы при действии внешнего и внутреннего внутреннего давления.
8. Расчёт критических усилий для различных форм техногенного рельефа.

### **Вопросы самостоятельной работы студентов**

1. Какие гипотезы принимаются при построении математических моделей инженерно-строительных объектов?
2. Виды напряженного состояния.
3. Какое напряжённое состояние называют плоским?
4. Какими свойствами описываются оболочки?
5. Какие методы используют при расчёте плит на упругом основании?
6. Методика применения метода конечных разностей.

7. Условие предельного равновесия грунтовой среды.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, вид издания	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
Сопротивление материалов [Электронный ресурс]/ Межецкий Г.Д. – Дашков и К, 2013. <a href="http://www.studentlibraru.ru/ISBN9785394019722.html">http://www.studentlibraru.ru/ISBN9785394019722.html</a>	2013		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301109.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301109.html</a>
Математическое моделирование: учебное пособие/А.М.Бурлакова [и др.]; под ред. проф. В.В.Филатова. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017.-128 с. ISBN 978-59984-0786-4	2015	60	
Варданян Г.С. Сопротивление материалов с основами теории упругости: учебник/Под ред. Г.С. Варданяна, Н.М. Атарова. -2-е изд., испр. и доп.. – М.: НИЦ ИНФРА.-М., 2014.-512 с. <a href="http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=44729">http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=44729</a>	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300560.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300560.html</a>
Дополнительная литература			
Подскребко М.Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник/М.Д. Подскребко.- Минск: Высш. Школа, 2007. -797 с. ISBN 978-985-06-1293-9. <a href="http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=505146">http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=505146</a>	2007		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930934007.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930934007.html</a>
Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс]: учебн. пособ./М.Д. Подскребко.-Минск: Высш. школа., 2009.-669 с. ISBN 978-985-06-1373-8. <a href="http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=505197/">http://znanium.com/catalog/php?bookinfo=505197/</a>	2009		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302519.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302519.html</a>

### 7.2. Периодические издания

- журнал «Изв. вузов. Строительство»;
- журнал «Автомобильные дороги».



**7.3. Интернет ресурсы:**

Sopromat.ru

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Для реализации дисциплины «Математическое моделирование» имеются специальные помещения для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций, а также для проведения самостоятельной работы - аудитории 06-1, 07-1 и 110-1.

Рабочую программу составил проф., д.г.-м.н.

В.В. Филатов

Рецензент: зам. генерального директора  
ООО «Спецстройпроект»

Д.А. Алексеенко

Программа одобрена на заседании кафедры «Сопротивление материалов»

от 26.06.2019 года, протокол № 10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(ФИО, подпись)

В.В.Филатов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.04.01 «Строительство»

Протокол №2 от 02.09.2019

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

С.Н. Авдеев

\_\_\_\_\_ 2019 года, протокол № \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена:

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_

Рецензия на рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование» по направлению 08.04.01 «Строительство».

Профиль/программа подготовки: теория и практика организационных и экономических решений, теория и проектирование зданий и сооружений, газоснабжение населённых мест и предприятий. Уровень высшего образования – магистратура.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования для магистрантов очной формы обучения.

Содержание рабочей программы соответствует современному уровню инженерных методов расчёта напряжённо-деформированного состояния различных инженерно-строительных объектов. В рабочей программе рассмотрены основные понятия и этапы применения метода математического моделирования и примеры его реализации для различных инженерно-строительных объектов.

Учебный процесс при изучении дисциплины состоит из лекционных и практических занятий, выполнения расчётно-графических работ и самостоятельной работы магистрантов.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины состоит из основной и дополнительной литературы, а также из интернет-ресурсов. Вся литература представлена современными изданиями.

Рабочая программа по дисциплине «Математическое моделирование» рекомендуется для её использования в учебном процессе для магистрантов Института архитектуры, строительства и энергетики Владимирского государственного университета.

Заместитель генерального директора ООО «Спецстройпроект»  
Д.А. Алексеенко

