

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



ОТВЕРЖДАЮ  
 проректор  
 по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

«12» 02 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки **08.04.01**

**СТРОИТЕЛЬСТВО**

**Программа подготовки** теория и проектирование зданий и сооружений, теория и практика организационно-технических и экономических решений, техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений, теплогазоснабжение населенных мест и предприятий; водоснабжение городов и промышленных предприятий; проектирование, реконструкция и эксплуатация энергоэффективных зданий

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	3 зач. ед 108	18	18	-	72	зачет
<b>Итого</b>	<b>3 з.е./108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>72</b>	<b>зачет</b>

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются:

- Развитие умений и навыков выбора расчетной схемы, определение вида напряжений и деформаций отдельных элементов континуальных систем.
- Развитие умений и навыков расчета напряженно-деформированного состояния инженерно-строительных и других объектов при различных видах нагружения.
- Изучение и овладение навыками расчета напряжений и деформаций в упругих средах для решения различных задач сопротивления материалов и строительной механики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к базовой части дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знание высшей математики, физики, теоретической механики, теория упругости и владение навыками работы на ПК.

«Математическое моделирование» служит основой для изучения дисциплин: «Строительная механика» и специальных дисциплин.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» нацелена на формирование общекультурных (ОК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК) магистров.

**Общекультурные компетенции:**

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

**Общепрофессиональные компетенции:**

- способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры (ОПК-4);
  - способность осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов (ОПК-9);
  - способность и готовность ориентироваться в постановке задач, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОПК-10);
  - способность и готовность проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований (ОПК-11);
  - способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ОПК-12).
- В результате освоения данной дисциплины студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать** – фундаментальные и прикладные дисциплины программы магистратуры, сущность и этапы математического моделирования, методы изучения напряженно-деформированного состояния объектов, их взаимосвязь; основополагающие понятия и методы расчетов на прочность и жесткость упругих тел; основы и порядок расчетов типовых элементов строительных конструкций (ОПК – 4, ОПК - 9);

**Уметь** – планировать научные эксперименты; составлять механико-математические модели типовых элементов строительных конструкций; выполнять научные эксперименты с использованием современных методик и оборудования (ОПК-11); выполнять расчеты напряжений и деформаций для оценки объектов на прочность, жесткость и устойчивость при простых видах нагружений; критически оценивать результаты исследований (ОПК - 12);

объектов на прочность, жесткость и устойчивость при простых видах нагружений; критически оценивать результаты исследований (ОПК - 12);

**Владеть** – методологией, современными методами, методиками расчетов и экспериментов для изучения напряженно-деформированного состояния типовых строительных конструкций (ОПК - 11);

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3 зачетных единиц, 108 часов.**

№ п/п	Раздел (тема) 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
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Понятие модели. Принципы построения моделей различных строительных объектов.	1	1-2	4				4			
2	Напряжение. Смещение. Деформация. Зависимость между напряжением и деформацией (Закон Гука). Модули упругости.		3-4	2	2			8			
3	Напряжённо-деформированное состояние толстой трубы под действием внутреннего и внешнего давления (Задача Ламе).		5-8	2	4			16	5/83,3	Р-к №1	
4	Изучение напряжённого состояния балки-стенки с помощью функции напряжения.		9-12	4	6			16	5/50		
5	Изучение напряжённо-деформированного состояния балки, лежащей на сплошном упругом основании.		13-16	4	4			20	5/62	Р-к №2	
6	Изучение критической нагрузки, создаваемой в слабой грунтовой среде техногенной нагрузкой.		17-18	2	2			8		Р-к №3	
	Всего			18	18			72	15/41,7	Зачет	

## 5. Образовательные технологии

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Строительство»; реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, разбор конкретных ситуаций и деловые игры в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При чтении лекций используется интерактивная форма проведения занятий и ЭСО.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

- а) рейтинг-контроль в сроки, установленные графиком учебного процесса;
- б) контроль выполнения этапов расчетно-графических работ в заданные сроки:
  - этап 1 – 5 неделя
  - этап 2 – 9 неделя
  - этап 3 – 10 неделя
- в) выполнение и защита расчетно-графических работ.

*Темы расчетно-графических работ:*

1. Анализ напряженно-деформированного состояния толстостенной трубы.
2. Изучение напряженного состояния балки-стенки с помощью функции напряжения.
3. Напряженное состояние балки, лежащей на сплошном упругом основании.

### 6.2. Самостоятельная работа магистратов:

*Темы самостоятельной работы магистрантов:*

1. Определение главных значений и главных направлений напряжения.
2. Инварианты тензора напряжения.
3. Определение главных значений и главных осей деформации.
4. Инварианты тензора чистой деформации.
5. Определение напряжения с помощью функции напряжения для балки-стенки.
6. Закон Гука для однородного изотропного объекта.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К РЕЙТИНГ- КОНТРОЛЮ

### *Рейтинг-контроль №1*

1. Основные понятия теории упругости.

2. Напряжение: касательное и нормальное.
3. Размерность напряжения в системе единиц СИ.
4. Тензор напряжения.
5. Свойства тензора напряжения.
6. Главные значения напряжения.
7. Главные направления или главные оси напряжения.
8. Инварианты тензора напряжения.
9. Главные касательные напряжения.
10. Однородное напряженное состояние.
11. Интенсивность касательных напряжений.
12. Среднее нормальное напряжение.
13. Шаровой тензор.
14. Девиаторных тензор.
15. Гидростатическое напряженное состояние.
16. Плоское напряженное состояние.
17. Напряжение в точке.
18. Круг Мора.
19. Уравнения равновесия.
20. Граничные условия.
21. Функция напряжения.
22. Связь функции напряжения с компонентами тензора напряжения.
23. Бигармоническое уравнение.
24. Свойство функции напряжения.
25. Функция напряжения в форме полинома.

#### *Рейтинг-контроль №2*

1. Метод математического моделирования.
2. Математическая модель.
3. Этапы математического моделирования.
4. Прямая и обратная задача.
5. Математическая модель простого гармонического движения.
6. Математическая модель движения системы груз-пружина с затуханием.

7. Понятие толстостенной трубы и условия её расчета.
8. Формулировка статической задачи.
9. Решение геометрической задачи.
10. Физическая задача или математическая модель толстостенной трубы.
11. Решение прямой задачи для толстостенной трубы.
12. Определение постоянных интегрирования из граничных условий.
13. От чего зависят радиальное и окружное напряжения?
14. Первый инвариант тензора напряжения.
15. Первый инвариант тензора деформации.
16. Гидростатическое напряженное состояние толстостенной трубы.
17. Напряженное состояние трубы при различных соотношениях внешнего и внутреннего давлений.
18. Деформация трубы при различных соотношениях внешнего и внутреннего давлений.
19. Изменение внешнего и внутреннего радиусов трубы.
20. Гипотеза Винклера.
21. Коэффициент постели и его значение для разных грунтов.
22. Размерность коэффициента постели.
23. Как связаны прогиб балки и реакция грунта?
24. Уравнение упругой линии.
25. Математическая модель балки на сплошном упругом основании.

### *Рейтинг-контроль №3*

1. Решение прямой задачи для модели балки на упругом основании.
2. Модули упругости грунтов.
3. Модули упругости строительных материалов.
4. Какие усилия вычисляются для балок на упругом основании?
5. Что такое показатель гибкости полосы?
6. Определение расчетной категории полосы.
7. Расчет полосы по таблицам для распределенной нагрузки.
8. Расчет полосы по таблицам для сосредоточенной нагрузки.

9. Эпюра прогиба полосы при сосредоточенной нагрузке.
10. Эпюра фактора  $Q$  при распределенной нагрузке.
11. Эпюра фактора  $M$  при сосредоточенной нагрузке.
12. Эпюра фактора  $M$  при распределенной нагрузке.
13. Метод конечных разностей: суть.
14. Конечная разность первого порядка.
15. Конечная разность второго порядка.
16. Конечная разность третьего порядка.
17. Бигармоническое уравнение в конечно разностном виде.
18. Выражения компонентов напряжения в конечно разностном виде.
19. Суть «рамной» аналогии при расчете балки-стенки.
20. Чему равна функция напряжения на контуре пластины?
21. Чему равна производная по нормали функции напряжения на контуре пластины?
22. Размерность функции напряжения.
23. От чего зависит коэффициент постели?
24. Конечная разность четвертого порядка.
25. Эпюра фактора  $Q$  при сосредоточенной нагрузке.

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Введение. Математическая модель. Математическое моделирование.
2. Этапы математического моделирования. Прямая и обратная задачи.
3. Простейшее гармоническое движение.
4. Гармоническое движение с затуханием.
5. Напряжение. Тензор напряжения. Главные значения и главные направления тензора напряжения.
6. Смещение. Деформация. Тензор деформации. Главные значения и главные направления тензора чистой деформации.

7. Связь между напряжением и деформацией. Закон Гука. Модули упругости.
8. Напряженно-деформированное состояние толстостенной трубы.
9. Математическая модель трубы под действием внешнего и внутреннего давления..
10. Решение прямой задачи для модели толстостенной трубы.
11. Анализ напряженно-деформированного состояния модели трубы.
12. Гипотеза Винклера. Коэффициент постели.
13. Уравнение упругой линии. Математическая модель балки, лежащей на упругом основании.
14. Методика решения прямой задачи для сосредоточенной силы (с помощью таблиц).
15. Методика решения прямой задачи для распределенной нагрузки (с помощью таблиц).
16. Плоское напряженное состояние. Уравнения равновесия.
17. Граничные условия.
18. Функция напряжения и её свойства.
19. Связь функции напряжения с компонентами напряжений. Бигармоническое уравнение.
20. Полиномиальное представление функции напряжения для плоских объектов.
21. Метод конечных разностей для функции напряжения.
22. Методика изучения напряженного состояния балки-стенки с помощью функции напряжения.
23. Грунт. Физико-механические характеристики грунта.
24. Теория и методика определения критического усилия в слабой грунтовой среде.
25. Методика изучения напряженного состояния балки-стенки конечно-разностным методом.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математическое моделирование»**

### *а) основная литература:*

1. **Сопротивление материалов** [Электронный ресурс]/Межецкий Г.Д. – Дашков и К, 2013.  
<http://www.studentlibrary.ru/ISBN9785394019722.html>.



2. **Кравченко Т.И., Филатов В.В. и др.** Расчет однослойных и многослойных грунтовых сред от действия внешних нагрузок в линейной постановке задач: учебное пособие.- Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 123 с.

3. **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.<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=44729>.

**б) дополнительная литература:**

1. **Поскребка М.Д.** Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Поскребка.- Минск: Вышш. шк., 2007.- 797 с.- ISBN 978-985-06-1293-9.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146>.

2. **Поскребка М.Д.** Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс]: учеб. пос./ М.Д. Поскребка.-Минск: Вышш. шк., 2009.- 669 с.-ISBN 978-985-06-1373-8. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197>.

3. **Филатов В.В.** Начала теории упругости и теории упругих волн.-Екатеринбург: УГГУ, 2009.- 122 с. ISBN5801901175.

**в) периодические издания:** «Известия вузов. Строительство».

**г) интернет-ресурс:** [sopromat.ru](http://sopromat.ru).

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

8.1. **Лекционные занятия** - с использованием мультимедийных средств:

- комплекты электронных презентаций и слайдов;

- аудитория, оснащённая проектором, экраном, ноутбук.

8.2. **Лабораторные занятия** - с использованием мультимедийных средств, лабораторных испытательных машин и ПЭВМ:

- комплект электронных презентаций и слайдов;

- презентационная техника (проектор, экран, компьютер);

-лабораторные испытательные машины и установки.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство».

Рабочую программу составил профессор кафедры «Сопротивления материалов»  
Филатов В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Сопротивления материалов» «10» февраля 2015 г., протокол № 5а

И.о. заведующий кафедрой

В.В.Филатов

Рецензент:

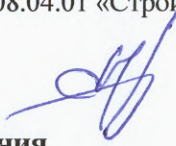
директор Владимирского филиала ООО «ИНСТРОЙПРОЕКТ»

Д.А.Алексеев

Программа одобрена на заседании УМК направления 08.04.01 «Строительство»

Протокол № 6 от 12 февраля 2015 г.

Председатель УМК



С.Н.Авдеев

### Лист переутверждения

#### Рабочей программы дисциплины

Рабочая программа одобрена на учебный год  
Протокол заседания кафедры № от года  
Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на учебный год  
Протокол заседания кафедры № от года  
Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на учебный год  
Протокол заседания кафедры № от года  
Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на учебный год  
Протокол заседания кафедры № от года  
Заведующий кафедрой

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.2017 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.2018 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_