

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)



А.А.Панфилов

« 30 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения заочная

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	8	10	-	90	Зачет
Итого	3/108	8	10	-	90	Зачет



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Математическое моделирование»: Развитие умений и навыков составления математических моделей напряженно-деформированного состояния в элементах строительных объектов при различных видах нагружения.

Задачи: Изучение и овладение методами расчета напряжений и деформаций при проектировании и исследовании строительных сооружений и их элементов.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к базовой части дисциплин.

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, строительная механика, теория упругости.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1: Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук	Частичное	<b>Знать:</b> сущность и этапы математического моделирования; теоретические основы и методы изучения напряженно-деформированного состояния строительных объектов; понятия и методы расчетов на прочность и жесткость упругих тел; порядок расчетов типовых элементов строительных конструкций. <b>Уметь:</b> составлять механико-математические модели типовых элементов строительных конструкций; выполнять расчеты напряжений и деформаций для оценки объектов на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения; критически оценивать результаты исследований <b>Владеть:</b> теоретическими основами методов математического моделирования при исследовании прочностных и деформативных свойств материалов и конструкций строительных объектов; практическими методами расчета типовых элементов строительных конструкций на прочность и жесткость в соответствии требованиям работоспособности и долговечности



#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Основные понятия математического моделирования. Общие принципы построения моделей элементов строительных конструкций.	1	20	2	2		16	1/25	
2	Математическая модель напряженно-деформированного состояния упругого тела.	1	20	2	2		16	2/50	Рейтинг-контроль 1
3	Оболочки. Математическая модель тонкостенной осесимметричной оболочки.	1	21	2	2		14	2/50	
4	Расчет толстостенных цилиндров.	1	21	2	2		12	2/50	Рейтинг-контроль 2
5	Напряжённо-деформированное состояние балки-стенки.	1	22		2		16		
6	Балка на упругом основании	1	22				16		Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр				8	10		90	7/38,9	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				8	10		90	7/38,9	Зачет

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Основные понятия математического моделирования. Общие принципы построения моделей элементов строительных конструкций.

Содержание темы. Метод математического моделирования как важнейший метод исследования реальных объектов. Понятие математической модели. Схематизация реальных объектов. Этапы построения математических моделей элементов строительных конструкций

Тема 2. Математическая модель напряженно-деформированного состояния упругого тела



Содержание темы. Математическая модель напряженно-деформированного состояния упругого тела. Напряженное состояние. Тензор напряжений. Деформированное состояние. Тензор деформаций. Зависимости между напряжениями и деформациями. Напряженно-деформированное состояние. Законы Гука.

Тема 3. Оболочки. Математическая модель тонкостенной осесимметричной оболочки.

Содержание темы. Основные понятия, допущения. Уравнения безмоментной теории оболочек. Уравнение Лапласа. Расчет оболочек.

Тема 4. Расчет толстостенных цилиндров.

Содержание темы. Напряженно-деформированное состояние толстостенного цилиндра, находящегося под действием внешнего и внутреннего давления. Напряжения и перемещения.

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

Тема 1. Общие принципы построения моделей элементов строительных объектов.

Содержание: Схематизация элементов строительных конструкций. Математические модели прочности и жесткости. Методы расчета типовых элементов строительных конструкций на прочность и жесткость

Тема 2. Напряженно-деформированное состояние упругого тела.

Содержание: Математическая модель напряженно-деформированного состояния. Определение напряжений при различных видах напряженно-деформированного состояния.

Тема 3. Оболочки.

Содержание: Математическая модель тонкостенной оболочки. Расчет оболочек.

Тема 4. Расчет толстостенных цилиндров.

Содержание: Напряжения и деформации в толстостенном цилиндре при наружном и внутреннем давлении.

Тема 5. Напряженно-деформированное состояние балки-стенки.

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

## **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:

- Интерактивная лекция (тема № 1);



- Анализ ситуаций (тема № 2);
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 4);
- Междисциплинарное обучение – применение знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи (тема № 3).

## **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**

#### **Рейтинг-контроль 1**

1. Основные понятия математического моделирования.
2. Математическая модель.
3. Этапы математического моделирования.
4. Прямая и обратная задача.
5. Математические модели простых механических систем.
6. Напряженное состояние в точке упругого тела и его виды..
7. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения.
8. Тензор напряжения.
9. Свойства тензора напряжения.
10. Главные напряжения.
11. Инварианты тензора напряжения.
12. Деформированное состояние в точке. Законы Гука.

#### **Рейтинг-контроль 2**

1. Математическая модель тонкостенной оболочки. Допущения и схематизация.
2. Расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории. Уравнение Лапласа
3. Напряжения в тонкостенной оболочке.
4. Частные случаи расчета оболочки: шаровая и цилиндрическая оболочки.
5. Математическая модель толстостенной трубы при внешнем и внутреннем давлении.
6. Радиальное и окружное напряжения.
7. Перемещения и деформации в толстостенной трубе. Закон Гука.
8. Напряжения и перемещения в трубе при внешнем давлении.
9. Напряжения и перемещения в трубе при внутреннем давлении.
10. Зависимость напряжений от соотношения внешнего и внутреннего радиусов трубы.

#### **Рейтинг-контроль 3**

1. Дифференциальное уравнение для функции прогибов балки на упругом основании.



2. Модели грунтового основания.
3. Расчет балки на упругом основании по модели Винклера.
4. Расчет балки на упругом основании по модели теории упругости.
5. Расчет балки на упругом основании при действии сосредоточенной силы.
6. Плоское напряженное состояние. Балка-стенка.
7. Уравнения плоской задачи теории упругости.
8. Функция напряжения и её свойства.
9. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
10. Метод конечных разностей для функции напряжения.

#### **6.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.**

##### Вопросы к зачету по дисциплине «Математическое моделирование»

1. Метод математического моделирования. Основные понятия.
2. Принципы построения математической модели.
3. Этапы математического моделирования.
4. Прямая и обратная задача.
5. Основные понятия теории упругости.
6. Напряженно-деформированное состояние упругого тела.
7. Нормальное и касательное напряжения.
8. Тензор напряжения.
9. Свойства тензора напряжения.
10. Определение главных значений и главных направлений напряжения.
11. Инварианты тензора напряжения.
12. Определение главных напряжений.
13. Законы Гука для однородной изотропной среды.
14. Тонкостенные оболочки. Допущения при создании математической модели.
15. Напряжения в тонкостенной оболочке. Уравнения Лапласа.
16. Примеры расчета тонкостенной оболочки: шаровая оболочка, цилиндрическая оболочка.
17. Напряжения и деформации в толстостенной трубе при действии внешнего и внутреннего давления.
18. Расчет толстостенной трубы.
19. Математическая модель напряженно-деформированного состояния балки-стенки.
20. Определение напряжений в балке-стенке. с помощью функции напряжения.
21. Метод конечных разностей для функции напряжения.
22. Математические модели балки на упругом основании.



23. Гипотеза Винклера.
24. Коэффициент постели и его значение для разных грунтов.
25. Связь прогиба балки и реакции грунта.
26. Уравнение упругой линии балки.
27. Математическая модель балки на сплошном упругом основании.
28. Решение прямой задачи для модели балки на упругом основании.

### **6.3. Вопросы самостоятельной работы студентов**

1. Введение. Математическая модель. Математическое моделирование.
2. Этапы математического моделирования. Прямая и обратная задачи.
3. Математические модели простых механических систем
4. Напряжение. Тензор напряжения. Главные напряжения.
5. Деформации. Тензор деформаций. Главные деформации.
6. Связь между напряжениями и деформациями. Закон Гука. Модули упругости.
7. Тонкостенные оболочки. Напряжения и деформации.
8. Расчет тонкостенных оболочек.
9. Напряженно-деформированное состояние толстостенной трубы.
10. Расчет толстостенной трубы при нагружении внешним и внутренним давлением.
11. Расчет толстостенной трубы при нагружении внутренним давлением.
12. Расчет толстостенной трубы при нагружении внешним давлением.
13. Плоская задача теории упругости. Балка-стенка.
14. Функция напряжения и её свойства.
15. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
16. Расчет напряженного состояния балки-стенки с помощью функции напряжения.
17. Расчет напряженного состояния балки-стенки конечно-разностным методом.
18. Математическая модель балки на упругом основании.
19. Виды моделей упругого основания.
20. Гипотеза Винклера. Коэффициент постели.
21. Расчет балки, нагруженной сосредоточенной силой.
22. Расчет балки, нагруженной системой сосредоточенных сил.
23. Расчет балки, нагруженной распределенной силой.

### **Тема расчетно-графической работы**

Математическое моделирование в прочностных расчетах элементов строительных конструкций.

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, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Математическое моделирование: учебн. пособие/ А. М. Бурлакова [и др]; под ред. проф. В. В. Филатова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017.-128 с.	2017	63	<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/6345">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/6345</a>
2. 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.: ил.	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=44729">c.http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=44729.</a>
3. Александров А. В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова .— Изд. 4-е, испр. — Москва : Высшая школа, 2004 .— 560 с. : ил.	2004	43	
Дополнительная литература			
1. Поскребко М.Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Поскребко.- Минск: Вышш. шк., 2007.- 797 с.- ISBN 978-985-06-1293-9.	2007		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505146.</a>



2. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике : учебник для вузов / В. С. Зарубин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко .— Изд. 2-е, стер. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (МГТУ), 2003 .— 495 с. : ил.	2003	6	
3. 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.	2009		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505197.</a>

**7.2. периодические издания:** «Известия вузов. Строительство».

**7.3. интернет-ресурс:**

sopromat.ru.

«window.edu.ru» - ИС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа (ауд. 110-1, 06-1), занятий практического типа (06-1, 07-1), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (06-1, 103-1).

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

- комплекты электронных презентаций и слайдов;
- аудитория (110-1, 06-1), оснащенная проектором, экраном, ноутбуком;
- учебные плакаты

**Практические занятия** - с использованием мультимедийных средств:

- комплекты электронных презентаций и слайдов;
- аудитория (06-1, 07-1), оснащенная проектором, экраном, ноутбуком;
- наглядные пособия, стенды, учебные плакаты,
- справочные таблицы.



Рабочую программу составил доцент кафедры «Сопротивления материалов» Бурлакова А.М.

\_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Гл. технолог АО НПО «МАГНЕТОН»

Н.В. Рудницкий

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Сопротивления материалов»

Протокол № 10 от 26.06.2019 года

Заведующий кафедрой

Филатов В.В.

(ФИО, подпись)

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

Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Председатель комиссии

С.Н. Авдеев

(ФИО, подпись)

### 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 \_\_\_\_\_



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование»  
по ОПОП ВО 08.04.01 «Строительство», разработанную доцентом  
кафедры «Сопротивление материалов» Бурлаковой А.М.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению 08.04.01 «Строительство».

Объем и содержание рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование» соответствует современному уровню и тенденциям развития науки, методам математического моделирования в технике и строительстве.

Дисциплина «Математическое моделирование» состоит из лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов. Содержанием дисциплины являются вопросы составления математических моделей элементов строительных конструкций и на их основе разработка методов расчета типовых элементов конструкций на прочность и жесткость. Содержание разделов рабочей программы отвечает требованиям ФГОС по формированию общепрофессиональных компетенций. В теоретической части дисциплины рассматриваются основные положения математических моделей напряженно-деформированного состояния типовых элементов строительных конструкций и теоретические основы методов их расчета на прочность и жесткость. Практическая часть дисциплины (практические занятия и выполнение расчетно-графической работы) позволяет освоить знания по составлению математических моделей элементов строительных конструкций, закрепить навыки по их расчету.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины состоит из основной и дополнительной литературы с использованием электронной библиотеки.

Материально-техническое обеспечение дисциплины: лекционные занятия предусмотрены с использованием мультимедийных средств; электронных средств обучения. Оборудование лекционных аудиторий и лаборатории механических испытаний кафедры «Сопротивление материалов» позволяет проводить учебные занятия в соответствии с современными требованиями к обучению.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» рекомендуется для использования в учебном процессе для студентов направления 08.04.01 «Строительство»

Главный технолог

АО НПО «МАГНЕТОИ»



Ю.В. Рудницкий



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2020-2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 18.05.2020 года

Заведующий кафедрой СК

Раушан С.У

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 \_\_\_\_\_