

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)

Институт строительства, архитектуры и энергетики



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки/специальность**

**08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО**

---

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Теория и проектирование зданий и сооружений

Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

Теория и практика организационно-технологических и экономических решений

Инновационные методы при проектировании и строительстве автодорог

Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий

---

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование» является 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 обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук	<p>ОПК-1.1 Знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет составлять математические модели, описывающие изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий</p> <p>ОПК-1.3. Умеет производить оценку адекватности результатов моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.4. Владеет применением типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает 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.</p> <p>Умеет 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</p> <p>Владеет теоретическими основами методов математического моделирования при исследовании прочностных и деформативных свойств материала</p>	Тестовые вопросы Ситуационные задачи



		лов и конструкций строительных объектов; практическими методами расчета типовых элементов строительных конструкций на прочность и жесткость в соответствии требованиям работоспособности и долговечности	
ОПК-6. Способен осуществлять исследование объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.	<p>ОПК-6.1 Знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.</p> <p>ОПК-6.2. Умеет формулировать цели и задачи исследований.</p> <p>ОПК-6.3. Владеет методами выбора способов и методик выполнения исследований.</p>	<p>Знает цели и задачи исследований, способы и методики выполнения исследований, перечень в проведенных исследований, требования к защите результатов проведенных исследований, требования к формулированию выводов по результатам исследования перечень объектов и процессов в сфере дорожного строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Умеет составлять программы для проведения исследований и определять потребности в ресурсах, планы исследований с помощью методов факторного анализа, составлять планы исследований с помощью методов факторного анализа, проектировать объекты и процессы в сфере дорожного строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Владеет навыками выполнения и контроля выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности, обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей, выполнения и контроля выполнения документальных исследований информации об объекте профессиональной деятельности, навыками контроля за соблюдением</p>	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

		требований охраны труда при выполнении исследований проектирования объектов и процессов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки <sup>2</sup>		
1	Основные понятия математического моделирования. Этапы математического моделирования. Общие принципы построения математических моделей элементов строительных конструкций.	1	1	2				10	
2	Математическая модель напряженно-деформированного состояния упругого тела.	1	2-3	2	2			12	
3	Оболочки. Математическая модель тонкостенной осесимметричной оболочки.	1	4-6	2	2			12	Рейтинг-контроль 1
4	Расчет толстостенных цилиндров	1	7-10	4	4			12	Рейтинг-контроль 2
5	Напряженно-деформированное состояние балки-стенки.	1	11-14	4	6			13	
6	Балка на упругом основании	1	15-18	4	4			13	Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр:					18	18		72	зачёт
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине					18	18		72	зачёт

**Тематический план  
форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Основные понятия математического моделирования. Общие принципы построения моделей элементов строительных конструкций.	1	20	2	2			16	
2	Математическая модель напряженно-деформированного состояния в точке упругого тела.	1	20	2	2			16	Рейтинг-контроль 1
3	Оболочки. Математическая модель тонкостенной осесимметричной оболочки.	1	21	2	2			14	
4	Расчет толстостенных цилиндров.	1	21	2	2			12	Рейтинг-контроль 2
5	Напряженно-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	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине					8	10		90	Зачет

**Содержание лекционных занятий по дисциплине**

Тема 1. Основные понятия и этапы 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 в точке 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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. 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.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

#### Контрольные вопросы

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.



### 5.3. 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.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. 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; Владимир. 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. Поскребка М.Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / М.Д. Поскребка.- Минск: Высш. 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: Высш. 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>

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

**6.3. интернет-ресурс:**  
sopromat.ru.

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

## **7. 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 Филатов В.В., проф. д. г.-м. н. кафедры «Автомобильные дороги»

Рецензент: зам. ген. директора ООО «Спецпроект» Д.А. Алексеенко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автомобильные дороги»

Протокол № 13 от 18.05.2022 года

Заведующий кафедрой Вихрев А.В.

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

Протокол № 9 от 23.05. 2022 года

Председатель комиссии Авдеев С.Н., директор ИСАиЭ

**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 \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность:  
*наименование (указать уровень подготовки)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполни- тель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*