



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА***

Направление подготовки (специальность)  
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Теория и проектирование зданий и сооружений с использованием современных систем  
BIM моделирования

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики  
08.02.2022, протокол № 7

Зав. кафедрой  Ю.А. Извсков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
14.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:  
Зав. кафедрой Проектирования и строительства зданий

 В.Б. Гаврилов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук  Л.В. Смирнова

Рецензент:  
доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями изучения дисциплины «Прикладная математика» является освоение методов построения и анализа математических моделей обучающимися, развитие их способностей к обобщению и анализу, формирование математической культуры, необходимой для успешного решения профессиональных и общественных задач.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Прикладная математика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методология и методы научного исследования

Организация проектно-исследовательской деятельности

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - научно-исследовательская работа

Реконструкция зданий и сооружений

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

Сейсмостойкость сооружений

Теория и практика архитектурно-конструктивного проектирования зданий и сооружений

Теория расчета пластин и оболочек

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Прикладная математика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук
ОПК-1.1	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата
ОПК-1.2	Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 33,05 акад. часов;
- аудиторная – 30 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,05 акад. часов;
- самостоятельная работа – 39,25 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Элементы математического моделирования								
1.1 Понятия модели, моделирования, математического моделирования. Свойства моделей и требования к ним. Классификация моделей. Разновидности математических моделей.	2	2		1/И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.2 Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей. Аналитические и		3		4/И	8	Подготовка к практическому занятию. Поиск дополнительной научной информации	Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		5		5/И	13			
2. Раздел 2. Элементы теории дифференциальных уравнений								
2.1 Применение обыкновенных дифференциальных уравнений при расчёте строительных конструкций	2	2		2/И	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.2 Прикладное значение дифференциальных уравнений в частных производных		3		3/И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		5		5/И	16			
3. Раздел 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики								

3.1 Основные положения теории вероятностей, используемые для оценки надёжности строительных	2	2	2/И	5	Подготовка к практическому занятию	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2
3.2 Математическая статистика в строительстве		3	3	5,25	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к практическому занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		5	5/И	10,25			
Итого за семестр		15	15/6И	39,25		экзамен	
Итого по дисциплине		15	15/6И	39,25		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

С целью успешного усвоения дисциплины «Прикладная математика» и формирования требуемых компетенций предполагается применение различных образовательных технологий (личностно-ориентированных, развивающих, информационно-коммуникативных), которые обеспечивают достижение планируемых результатов образования согласно основной образовательной программе. В их числе: дифференцированный подход, проблемное обучение, эвристическое обучение.

Основными формами занятий являются лекции, практические занятия, контрольно-оценочные занятия, консультации. Лекции строятся на основе сочетания информационной и проблемной составляющих, а также элементов беседы и визуализации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- обсуждение задач, приводящих к тем или иным математическим понятиям;
- изложение теоретического материала в режиме диалога с целью развития критического мышления студентов и привития им исследовательских умений;
- обсуждение и систематизация теоретических вопросов темы с целью лучшего понимания их взаимосвязи и практического применения.

Практические занятия по данной дисциплине направлены на привитие прочных навыков решения задач по каждой теме и сочетают применение методов обучения в сотрудничестве, дифференцированный подход, классические контрольные, тестовые технологии, а также применение компьютерных и информационных технологий. При этом предполагается проведение некоторых таких занятий в интерактивной форме (деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций).

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать :

- а) цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология;
- б) содержание материала, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью;
- в) условия, в которых она будет использоваться;
- г) направленность её на самообразование и медиаобразование студентов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Аюпов В.В. Прикладная математика: учеб. пособие / В.В. Аюпов, А.В. Аюпов. - Пермь: "Прокрость", 2017. - 147 с. - URL: <http://pgsha.ru:8008/books/study/%C0%FE%EF%EE%E2%20%C2.%C2.%2C%20%C0%FE%EF%EE%E2%20%C0.%C2.%20%CF%F0%E8%EA%EB%E0%E4%ED%E0%FF%20%EC%E0%F2%E5%EC%E0%F2%E8%EA%E0.pdf> (дата обращения: 13.10.2020).

2. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Матвеев В.И., - 2-е изд. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 289 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011793-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/370899> (дата обращения: 13.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Куприянов, В. В. Прикладная математика / Куприянов В. В. - Москва : МИСиС, 2016. - 111 с. - ISBN 978-5-906846-20-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846204.html> (дата обращения: 30.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

2. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А. И. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 816 с. - ISBN 978-5-9221-1375-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113755.html> (дата обращения: 30.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

3. Матросов, В. Л. Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Математика" / В. Л. Матросов, Р. М. Асланов, М. В. Топунов. - Москва : ВЛАДОС, 2011. - 376 с. (Учебник для вузов) - ISBN 978-5-691-01655-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785691016554.html> (дата обращения: 30.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Шоренко И.Н. Методические указания и контрольные задания по курсу «Прикладная математика»/ И.Н.Шоренко.- Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2014.-51с.— URL: <https://studfile.net/preview/3189970/>

2. Роговцов Н.Н. Прикладная математика: методические указания/Н.Н.Роговцов,Т.Н.Макаева.-Минск, БНТУ.-2011, 44с.— URL: [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5162/Prikladnaya\\_matematika.pdf?sequence=1&isAllo](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5162/Prikladnaya_matematika.pdf?sequence=1&isAllo)

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

#### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1) Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

2) Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей;

3) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования;

4) Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

По дисциплине «Прикладная математика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа.

Аудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой решение контрольных задач обучающимися на практических занятиях.

**Пример аудиторной контрольной работы (АКР):**

**АКР «Элементы математического моделирования» (материалы для тестирования)**

1. Проведите анализ и классификацию нескольких математических моделей в строительной области. Установите аналоги рассматриваемых математических моделей в других областях.
2. Перечислите этапы математического моделирования.
3. Перечислите требования, предъявляемые к математическим моделям.
4. Выясните, какие из приведённых вами математических моделей в большей степени удовлетворяют предъявляемым требованиям.
5. Приведите пример аналитической модели в строительной области.
6. Приведите пример структурной модели в строительной области.

**АКР «Применение обыкновенных дифференциальных уравнений при расчёте строительных конструкций»**

1. Найти уравнение движения груза массой 200 г, закреплённого на лёгкой вертикальной пружине с коэффициентом жёсткости  $5 \text{ кг/см}^2$ , если первоначально груз был отклонён от положения равновесия на 2 см и затем отпущен без начальной скорости. Известно, что при движении данного груза со скоростью 10 м/с сопротивление воздуха составляет 1 Н.
2. Математическая модель, соответствующая балке длиной  $L$ , шарнирно опёртой по концам и нагруженной равномерно распределённой нагрузкой, имеет вид

$$\frac{d^2 M(x)}{dx^2} = q(x). \quad (1)$$

Найти решение уравнения (1) методом конечных разностей, учитывая краевые условия в точках закрепления концов балки  $M(0)=0$ ,  $M(L)=0$ .

32. Решить уравнение (1) с учётом тех же краевых условий методом Бубнова – Галёркина, выбрав в качестве базисных функций функции вида

$$N_m = x^m(L - x).$$

4. Решить уравнение (1) с учётом тех же краевых условий методом Ритца, выбрав в качестве базисных функций функции вида

$$N_m = a_m \sin (m\pi x/L).$$

**ИДЗ «Уравнения с частными производными второго порядка»**

1. Определить тип дифференциального уравнения:

а)  $5u_{xx} + u_{yy} + 5u_{zz} + 4u_{xy} - 8u_{xz} - 4u_{yz} - u + yz^2 \sin x = 0$

б)  $u_{xx} + 2u_{xy} + 2u_{yy} + 4u_{yz} + 5u_{zz} - xu_x + yu_z = 0$ .

2. Установить тип дифференциального уравнения, привести уравнение к каноническому виду и решить:

$$\text{а) } \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0; \quad \text{б) } \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

Привести уравнения к каноническому виду в каждой из областей, где сохраняется тип рассматриваемого уравнения:

$$\text{а) } x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2x \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + (x-1) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0;$$

$$\text{б) } y \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0;$$

3.

### АКР «Элементы теории вероятностей и математической статистики»

1.

Для выборки, полученной путём проведения испытаний образцов бетона на одноосное сжатие ...

1. Определить объём выборки, среднее значение и стандартное отклонение
2. Построить гистограмму.
3. Построить диаграмму размаха. Определить есть ли выбросы.
4. Проверить гипотезу: выборка сделана из генеральной совокупности распределённой по нормальному закону. Уровень значимости 0.05.
5. Определить 95% доверительный интервал для математического ожидания генеральной совокупности.
6. Пологая, что выборка сделана из генеральной совокупности распределённой по нормальному закону определить значение, разделяющее генеральную совокупность в пропорции 95:5, 50:50, 75:25.

Пример выборочных данных

76.19, 64.19, 67.96, 73.42, 77.87, 78.72, 73.75, 72.33, 84.87, 92.05, 68.59, 74.07, 94.12, 76.73, 76.56, 78.97, 78.73, 72.69, 92.26, 75.41, 80.95, 81.48, 92.40, 79.23, 85.51, 65.65, 66.96, 72.75, 79.69, 78.79, 73.21, 71.44, 65.50, 68.83, 83.03, 66.55, 81.59, 88.68, 73.48, 68.34, 88.72, 85.13

2.

На стержень сечением  $A$  см<sup>2</sup> действует продольная растягивающая нагрузка  $F$  кН. Предел текучести для материала стержня –  $R_y$  МПа. Вероятность не разрушения стержня —  $P$ .

Значения нагрузки  $F$  и предела текучести  $R_y$  распределены по нормальному закону со средними  $\bar{F}$  и  $\bar{R}_y$ , стандартными отклонениями  $S_F$  и  $R_F$  соответственно. Определить минимальное сечение стержня, необходимое для обеспечения надёжности не менее  $P$ .

$\bar{R}_y$ , МПа	$S_R$ , МПа	$\bar{F}$ , кН	$S_F$ , кН	$P$
232.04	6.44	90.97	1.82	0.99253

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук</b>		
ОПК-1.1	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие модели. Свойства моделей и требования к ним.</li> <li>2. Понятие моделирования. Математическое моделирование.</li> <li>3. Классификация моделей. Разновидности математических моделей.</li> <li>4. Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей.</li> <li>5. Алгоритм процесса математического моделирования.</li> <li>6. Аналитические и структурные модели, их виды и способы построения.</li> <li>7. Точные методы решения линейных дифференциальных уравнений n-го порядка.</li> <li>8. Решение краевой задачи для ОДУ методом конечных разностей.</li> <li>9. Решение краевой задачи для ОДУ методом Бубнова – Галеркина.</li> <li>10. Решение краевой задачи для ОДУ методом Рунге.</li> <li>11. Простейшие дифференциальные уравнения с частными производными. Общее решение.</li> <li>12. Приведение уравнений с частными производными второго порядка к каноническому виду и их решение.</li> <li>13. Вывод волнового уравнения.</li> <li>14. Методы решения волнового уравнения.</li> <li>15. Оценка надёжности строительных конструкций на основе теории вероятностей.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		16. Статистическая оценка параметров распределения. 17. Проверка статистических гипотез. 18. Проверка гипотезы о законе распределения случайной величины.
ОПК-1.2	Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ	<p><b>Владеет фундаментальными методами и способами решения задач профессиональной деятельности</b></p> <p><b>1.</b> Струна закреплена на концах <math>x = 0</math> и <math>x = 3</math>. В начальный момент времени форма струны имеет вид ломаной <math>OAB</math>, где <math>O(0,0)</math>, <math>A(2, -0.1)</math>, <math>B(3,0)</math>. Найти форму струны для любого момента времени, если начальные скорости точек струны отсутствуют.</p> <p><b>2.</b> Абсолютно гибкая однородная нить закреплена на одном из концов и под действием своего веса находится в вертикальном положении равновесия. Вывести уравнение малых колебаний нити.</p> <p><b>3. Решить начально-краевую задачу и выполнить интерпретацию её решения:</b></p> $\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x,0) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq \frac{l}{2}, \\ l-x, & \frac{l}{2} \leq x \leq l, \end{cases} & \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = 0, \\ u(0,t) = 0, & u(l,t) = 0; \end{cases}$ <p><b>4.</b> По результатам контроля величины износа 25 зубчатых цилиндрических колёс, применяемых в строительных машинах, вычислено «исправленное» значение среднего квадратического отклонения 0,5 мк толщины зуба колеса, в то время как (по</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		техническим условиям) оно не должно превышать 0,15 мк. Проверить при уровне значимости 0,05, обеспечивается ли требуемая толщина зуба колеса. Распределение толщины зуба предполагается нормальным.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Студенты сдают по дисциплине в 2-м семестре экзамен.

Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами прикладной математики.
- знание основных теоретических положений, формулировок и доказательств ряда теорем.

**Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):**

– на оценку «**отлично**» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «**хорошо**» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**удовлетворительно**» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «**неудовлетворительно**» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.