

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Прикладное математическое моделирование

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
44.03.01 - Педагогическое образование

Направленность образовательной программы
Математика

Форма обучения
очно-заочная

г. Арзамас

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Прикладное математическое моделирование относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-6: Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии в образовательном процессе	ИПКР-6.1: Знает сущность информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и их классификацию; формы и методы обучения с использованием ИКТ. ИПКР-6.2: Умеет осуществлять отбор ИКТ, электронных образовательных и информационных ресурсов, необходимых для решения образовательных задач. ИПКР-6.3: Владеет навыками применения электронных образовательных и информационных ресурсов, электронных средств сопровождения образовательного процесса.	ИПКР-6.1: Знать: сущность прикладного математического моделирования и его возможности в образовательном процессе ИПКР-6.2: Уметь: использовать основные методы математического моделирования для решения образовательных задач ИПКР-6.3: навыками работы в области прикладного математического моделирования для сопровождения образовательного процесса	Тест Реферат Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы
ПКР-7: Способен организовывать различные виды деятельности: игровую, учебно-исследовательскую, художественно-продуктивную, культурно-досуговую с учетом возможностей образовательной организации, места жительства	ИПКР-7.1: Знает способы организации различных видов деятельности обучающихся; научно-исследовательский, научно-образовательный, историко-культурный потенциал региона, в котором осуществляется образовательная деятельность. ИПКР-7.2: Умеет	ИПКР-7.1: Знать: основные программы математического моделирования для осуществления образовательной деятельности ИПКР-7.2: Уметь: моделировать объекты с	Тест Реферат Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

и историко-культурного своеобразия региона	использовать возможности и привлекать ресурсы внешней социокультурной среды для реализации образовательной программы. ИПКР-7.3: Владеет технологиями и методиками организации деятельности обучающихся/воспитанников различных видов.	использованием технологий математического моделирования для реализации образовательной программы ИПКР-7.3: Владеть: технологиями и методами работы с программами прикладного математического моделирования		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	8
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	47
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 з Ф 0	0 з Ф 0	0 з Ф 0	0 з Ф 0	0 з Ф 0
Тема 1. Основные принципы моделирования	10	4		4	6
Тема 2. Универсальность математических моделей	10	4		4	6

Тема 3. Математические модели физических процессов	11		4	4	7
Тема 4. Математические модели химических процессов	11		4	4	7
Тема 5. Математические модели биологических процессов	9		2	2	7
Тема 6. Математические модели экономических процессов	11		4	4	7
Тема 7. Математические модели в гуманитарных науках	9		2	2	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	8	16	25	47

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные принципы моделирования

Определение и свойства моделей. Возникновение математической модели. Классификация математических моделей. Основные требования к модели (лекция 4ч)

Тема 2. Универсальность математических моделей

Моделирование как метод познания. Этапы моделирования. Способы исследования моделей. (лекция 4 ч.)

Тема 3. Математические модели физических процессов. (практика 8ч)

Математическая модель равноускоренного движения тела. Математическая модель свободного падения тела. Математическая модель падения тела в среде с сопротивлением. Математическая модель колебаний пружинного маятника. Математическая модель затухающих колебаний пружинного маятника. Математическая модель полета тела, брошенного под углом к горизонту, в среде без сопротивления. Построение дифференциальной математической модели полета тела. Математическая модель полета тела, брошенного под углом к горизонту, в среде с сопротивлением

Тема 4. Математические модели химических процессов. (практика 4ч)

Математические модели теплообменных аппаратов. Математическое моделирование массообменных процессов. Математическое моделирование кинетики химических реакций.

Тема 5. Математические модели биологических процессов. (практика 2ч)

Математические модели в биофизике. Математическая модель эпидемии. Динамика популяций. Математическая экология.

Тема 6. Математические модели экономических процессов. (практика 4ч)

Оптимизация прибыли предприятия. Модели рынка одного товара. Рекламная кампания.

Тема 7. Математические модели в гуманитарных науках. (практика 2ч)

Анализ текстов. Социальная система «политика – экономика». Модель работы человеческой психики.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу, адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Method_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-6:

1. Компьютерная модель -это...

1) компьютер + программа + технология моделирования (их использования)

2) компьютер + программа

3) компьютер + MS Office

4) пакет решения математических задач

2. Специализированная программа для построения математических моделей

1) MATLAB

2) MSWord

3) Paint

3. Математическим программированием называют:

1) программирование на эвм решений математических задач.

2) оптимальное планирование в условиях ограниченных ресурсов.

3) воспроизведение в модели процессов, происходящих в оригинале, путем машинной генерации случайных величин, от которых зависят эти процессы.

4) воспроизведение в модели функции (назначения, работы, деятельности) оригинала.

4. Линейным математическим программированием называют:

1) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются нелинейными.

2) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются параметрическими.

3) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются дифференцируемыми.

4) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются линейными.

5. Нелинейным математическим программированием называют:

1) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются параметрическими.

2) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются дифференцируемыми.

3) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются трансцендентными.

4) задачи оптимизации, в которых целевая функция и ограничения являются нелинейными.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-7:

1. Выберите первый этап математического моделирования

Определение целей моделирования

Определение входных и выходных данных параметров модели

Построение математической модели

2. Какое из основных требований к математической модели требует правильного соответствия изучаемому реальному объекту относительно выбранных свойств объекта

Адекватность

Простота

Потенциальность

Доступность исходных данных

3. В некоторых случаях объект можно представить как систему из большого количества подобных друг другу объектов, модели которых известны. Такие модели получаются с помощью индукции. Как называются такие модели?

Модели ансамблей

Феноменологические

Асимптотические

4. Основное назначение этих моделей: зная начальное и граничное условие, определить поведение системы во времени и в пространстве. Примерами могут служить модели механики, гидродинамики, распространения тепла, химической кинетики. Какие математические модели подходят под это описание?

Кибернетические модели

Модели прогноза

Оптимизационные модели

Модели трудноформализуемых объектов

5. Как называется одно из основных требований к математической модели, которое заключается в возможности получения новых знаний об исследуемом объекте и позволяет выступать модели в качестве самостоятельного объекта исследования?

Адекватность

Простота

Потенциальность

Доступность исходных данных

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	80 – 100 % правильных ответов
хорошо	60 – 79 % правильных ответов
удовлетворительно	40 – 59% правильных ответов
неудовлетворительно	менее 40%

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПКР-6:

1. Фракталы
2. Моделирование с использованием имитационного подхода
3. Клеточные автоматы

4. Универсальный язык моделирования (UML)

5. Теория принятия решений

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПКР-7:

1. Построение математических моделей

2. Структурные модели

3. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиции теории нечётких множеств.

4. Моделирование в условиях стохастической неопределенности

5. Моделирование Марковских случайных процессов

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, в докладе отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов
хорошо	реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (при докладе), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации
удовлетворительно	реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы в докладе путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ
неудовлетворительно	реферативная работа не раскрывает основные вопросы теоретического материала

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-6:

Задача 1.

На научный семинар собрались ученые и обменялись друг с другом визитными карточками. Всего было роздано 210 визитных карточек. Сколько ученых приехало на семинар, если известно, что их было не более 20? Построить компьютерную модель в MS Excel.

Задача 2

Через иллюминатор затонувшего корабля требуется вытащить сундук с драгоценностями. Удается ли это сделать? Построить компьютерную модель в MS Excel.

Задача 3

Забором длины 100 м требуется огородить прямоугольную площадку максимальной площади. Построить компьютерную модель в MS Excel.

Задача 4

Среди треугольников с двумя заданными сторонами. Найти треугольник наибольшей площади. Построить компьютерную модель в MS Excel.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-7:

Задача 1.

Популяций, взаимодействующих по принципу хищник-жертва», и исследовать характер поведения этой модели в зависимости от ее параметров (при отсутствии хищников скорость изменения жертв пропорциональна их численности, причем коэффициент пропорциональности определяется только их естественной смертностью и рождаемостью; при наличии хищников скорость убыли жертв пропорциональна количеству как жертв, так и хищников (чем больше жертв, тем легче их поймать хищнику; чем больше хищников, тем больше жертв они съедят); скорость естественной убыли изолированных хищников пропорциональна их численности, а скорость прироста за счет съедания жертв численности обоих видов).

Задача 2.

Найти оптимальное число продавцов, обеспечивающих максимальную прибыль магазину.

Используемые исходные параметры: среднее число покупателей, приходящих в магазин в единицу времени (средний интервал времени между приходом покупателей); среднее число покупателей, обслуживаемых одним продавцом в единицу времени; среднее число покупателей, уходящих из общей очереди (нет времени или желания ждать) не обслуженными, в единицу времени; средняя сумма прибыли от одного покупателя в единицу времени; средняя зарплата продавца в единицу времени; среднее максимальное число покупателей в общей очереди (при виде такой «длинной» очереди покупатель сразу уходит из магазина); число продавцов в магазине.

Задача 3.

Найти оптимальное продольное распределение момента инерции сечений балки, обеспечивающее для заданной нагрузки минимум ее максимального прогиба. Рассмотреть два варианта крепления концов балки: 1) два конца жестко закреплены; 2) один конец свободен, а другой жестко закреплен.

Задача 4.

Используя закон Ньютона и принцип от простого к сложному, построить иерархию математических моделей, описывающих движение подводного оползня по плоскому откосу. Считать, что оползень представляет собой твердое тело известной формы и движется под действием сил тяжести и Архимеда, сил сопротивления воды и трения о дно. Выписать и исследовать аналитические решения моделей. Придумать возможные обобщения рассмотренных моделей, приводящие ко все более полному описанию явления.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания учебного материала по теме, знает методику проведения практического навыка, умеет осуществить практические навыки и умения. При этом студент логично и последовательно осуществляет практические навыки и умения, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы
не зачтено	выставляется при условии, если студент владеет отрывочными знаниями по практическим навыкам и умениям, затрудняется в умении их осуществить, дает неполные ответы на вопросы

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными

	Имели место грубые ошибки	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-6

1. Методы и средства имитационного моделирования.
2. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей.
3. Виды генераторов и их особенности.
4. Получение последовательностей с заданным распределением.
5. Системы массового обслуживания. Характеристики моделей СМО.
6. Компьютерные модели в физике и технике.
7. Модель колебательной системы.
8. Модели движения тела и ракеты.
9. Компьютерные модели в биологии.
10. Кинетические модели в биологии.
11. Модель популяции.

12. Моделирование в экономике.
13. Модели в экологии.
14. Особенность создания и анализа оптимизационных моделей.
15. Понятие информационного моделирования.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-7

1. Понятие модели и моделирования, классификация методов моделирования и свойства моделей.
2. Объект и его модель.
3. Проблема адекватности.
4. Классификация моделей.
5. Цикличность процессов моделирования.
6. Основные этапы моделирования.
7. Математические и компьютерные модели.
8. Компьютерные средства моделирования.
9. Особенности геометрического моделирования.
10. Детерминированные и стохастические модели.
11. Методы статистического моделирования.
12. Параметры стохастических моделей.
13. Оценка качества, устойчивости и адекватности стохастических моделей.
14. Понятие о методах планирования экспериментов.
15. Метод Монте-Карло и его применение.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две–три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не	ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Зализняк Виктор Евгеньевич. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. - Москва : Юрайт, 2024. - 133 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/542735> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-12249-7 : 589.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=902249&idb=0>.
2. Ризниченко Галина Юрьевна. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 181 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/537454> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-07037-8 : 699.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=910181&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Дубина Игорь Николаевич. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учебник и практикум для вузов / И. Н. Дубина. - Москва : Юрайт, 2024. - 349 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/536868> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-00501-1 : 1499.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=907104&idb=0>.
2. Семенов Владимир Анатольевич. Математические методы в гуманитарных исследованиях : учебное пособие для вузов / В. А. Семенов, В. А. Макаридина. - Москва : Юрайт, 2024. - 250 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/540532> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-15194-7 : 1129.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=903288&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

Свободно распространяемое программное обеспечение: программное обеспечение LibreOffice; программное обеспечение Yandex Browser;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»
<https://moos.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»
<https://online.edu.ru/public/promo>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 44.03.01 - Педагогическое образование.

Автор(ы): Артюхина Мария Сергеевна, доктор педагогических наук, доцент.

Рецензент(ы): Артюхин Олег Игоревич, кандидат педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 27.11.2024 г., протокол № №9.