



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИВиС
И.Ю. Менин
30.01.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ДИСКРЕТНЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Направление подготовки (специальность)
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое моделирование и цифровые двойники

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт качества жизни и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

17.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой

 Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕН

30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель

 А.Ю. Мозин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ПМИИ, д-р физ.-мат. наук

 С.Н.

Кученко

Рецензент:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук

 Д.М.

Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка студентов по курсу «Дискретные и математические модели» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика» магистерской программы. Данный курс направлен на формирование научного представления об основных современных математических подходах к описанию дискретных математических объектов, к построению и изучению прикладных дискретных математических моделей. Он является необходимым компонентом фундаментальной подготовки математиков, имеющих дело с современными математическими моделями и их практическими приложениями.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Дискретные и математические модели входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Дополнительные главы уравнений математической физики

Математическое моделирование

Современные проблемы прикладной математики и информатики

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

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

Производственная - научно-исследовательская работа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Дискретные и математические модели» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 58,6 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,6 акад. часов
- самостоятельная работа – 86 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,4 акад. часа

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. Математические модели								
1.1 Типы математического моделирования	3		1		4	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Этапы процесса математического моделирования			2		5	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для освоения новых знаний.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			3		9			
2. Моделирование процессов с помощью графических								
2.1 Графовые модели	3		4		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для освоения новых знаний.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

2.2 Применение теории устойчивости			2/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для освоения новых знаний.	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.3 Взвешенные оргграфы и импульсные процессы			2/1И		7	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для освоения новых знаний.	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			8/2И		19			
3. Марковские цепи								
3.1 Стохастические процессы и цепи Маркова	3		2/2И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.2 Классификация цепей Маркова и их состояний			2/2И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Семинарское занятие.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			4/4И		12			
4. Игры п лиц								
4.1 Игры в форме характеристической функции. Ядро. Устойчивые множества	3		4/2И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний.	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

4.2 Существование и единственность устойчивых множеств. Цена Шепли			4/2И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			8/4И		12			
5. Групповые принятия решений								
5.1 Функции группового выбора. Теорема Эрроу о невозможности	3		3/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5.2 Совмещенные шкалы и условия однопиковости предпочтений. Расстояния между ранжировками			4/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями. Составление в среде Maple программы решения вариантных задач	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			7/2И		12			
6. Измерение и полезность								
6.1 Определение отношения. Теория измерений	3		2/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой.	Устный опрос.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
6.2 Примеры фундаментальных измерений. Ординальные функции полезности			2/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Составление в среде Maple программы решения вариантных задач	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

6.3 Примеры фундаментальных измерений. Экстенсивное измерение			1/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Составление в среде Maple программы решения вариантных задач	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
6.4 Примеры фундаментальных измерений. Совместное измерение			1/1И		6	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Составление в среде Maple программы решения вариантных задач	Лабораторная работа.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу			6/4И		24			
Итого за семестр			36/26И		104		Экзамен	
Итого по дисциплине			36/26И		104		Экзамен	

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные формационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные занятия.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных средств. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лабораторных занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении практических занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС 3++ по реализации компетентностного подхода.

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. Гашков, С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 483 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11613-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450614> (дата обращения: 21.05.2021).

2. Кудрявцев, В. Б. Дискретная математика. Теория однородных структур : учебник для вузов / В. Б. Кудрявцев, А. С. Подколзин, А. А. Болотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02901-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452224> (дата обращения: 21.05.2021).

б) Дополнительная литература:

1. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452200> (дата обращения: 21.05.2021).

2. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Электронный ресурс]: Учебник / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин – Электрон. Текстовые дан. – Москва : Лань, 2010. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/536/>.

в) Методические указания:

1. Таранников, Ю. В. Дискретная математика. Задачник : учебное пособие для вузов / Ю. В. Таранников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01180-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450627>.

2. Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00871-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450002>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетами MS Office, Maple, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проверки промежуточных и рубежных контролей.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение аудитории: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

1. Циклическая природа математического моделирования.
2. Пример: планирование одностороннего движения.
3. Этапы процесса математического моделирования.
4. Типы моделей.
5. Матрица смежности.
6. Матрица достижимости.
7. Матрица расстояний
8. Знаковые графы и теория структурного баланса.
9. Турниры.
10. Ориентируемость и уязвимость.
11. Планирование транспортных потоков.
12. Графы пересечений.
13. Определение графа пересечений.
14. Графы интервалов и их применения.
15. Свойства графов интервалов.
16. Регулирование движения транспорта светофором.
17. Сеть питания.
18. Теоремы о раскраске.
19. Проблема четырех красок.
20. Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве средства моделирования сложных систем.
21. Импульсные процессы.
22. Устойчивость импульсных процессов
23. Применение теории устойчивости.
24. Стохастические процессы и цепи Маркова.
25. Вероятности перехода и орграфы перехода.
26. Классификация цепей Маркова и их состояний.
27. Применение марковских процессов в генетике.
28. Теория Менделя. Прогнозы на основе теории Менделя.
29. Поточковые модели.
30. Модели загрязнения атмосферы.
31. Модели денежных потоков.
32. Математические модели обучения.
33. Линейная модель.
34. Одноэлементная бинарная модель.
35. Двухэлементная бинарная модель.
36. Игры в форме характеристической функции.
37. Эффективное предпочтение.
38. Существование и единственность устойчивых множеств.
39. Геометрический подход.
40. Простые игры.
41. Вероятностная интерпретация цены Шепли и ее применение.
42. Функции группового выбора.
43. Расстояния между ранжировками. Вычисление расстояния.
44. Медианы и средние.
45. Свойства бинарных отношений.

46. Теория измерений.
47. Тип шкал и теория содержательности. Совместное измерение.
48. Полупорядки. Интервальные порядки и нечисловые измерения.
49. Регулярные шкалы.
50. Примеры содержательных и бессодержательных утверждений.
51. Примеры фундаментальных измерений.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Циклическая природа математического моделирования.
2. Этапы процесса математического моделирования. Типы моделей
3. Графы. Некоторые примеры.
4. Орграфы и матрицы. Матрицы смежности, достижения и расстояний.
5. Знаковые графы и теория структурного анализа.
6. Турниры.
7. Планирование транспортных потоков.
8. Графы пересечений.
9. Сеть питания.
10. Стохастические процессы и цепи Маркова.
11. Вероятности перехода и орграфы перехода.
12. Классификация цепей Маркова и их состояний.
13. Поглощающие и регулярные цепи.
14. Игры в форме характеристической функции.
15. Цена Шепли.
16. Функции группового выбора.
17. Теорема Эрроу.
18. Совмещение шкалы и условия однопиковости предпочтений.
19. Расстояние между ранжировками.
20. Отношения. Свойства бинарных отношений.
21. Теория измерений.
22. Тип шкал и теория содержательности.

Приложение 2

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики		
ОПК-1.1.	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики	Ответы на вопросы: 1. Циклическая природа математического моделирования. 2. Пример: планирование одностороннего движения. 3. Этапы процесса математического моделирования. 4. Типы моделей. 5. Матрица смежности. 6. Матрица достижимости. 7. Матрица расстояний - Знаковые графы и теория структурного баланса. 9. Турниры. 10. Ориентируемость и уязвимость. 11. Планирование транспортных потоков. 12. Графы пересечений. 13. Определение графа пересечений. 14. Графы интервалов и их применения. 15. Свойства графов интервалов. - Регулирование движения транспорта светофором. 17. Сеть питания. 18. Теоремы о раскраске. 19. Проблема четырех красок. 20. Использование знаковых и взвешенных орграфов в качестве средства моделирования сложных систем. 21. Импульсные процессы. - Устойчивость импульсных процессов 22. Применение теории устойчивости. 23. Стохастические процессы и цепи Маркова. 24. Вероятности перехода и орграфы перехода.
ОПК-1.2.	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач	Ответы на вопросы: 1. Классификация цепей Маркова и их состояний.

	в области фундаментальной и прикладной математики	2. Применение марковских процессов в генетике. 3. Теория Менделя. Прогнозы на основе теории Менделя. 4. Потокотые модели. 5. Модели загрязнения атмосферы. 6. Модели денежных потоков. 7. Математические модели обучения. 8. Линейная модель. 9. Одноэлементная бинарная модель. 10. Двухэлементная бинарная модель. 11. Игры в форме характеристической функции. 12. Эффективное предпочтение. 13. Существование и единственность устойчивых множеств. 14. Геометрический подход. 15. Простые игры. 16. Вероятностная интерпретация цены Шепли и ее применение. 17. Функции группового выбора. 18. Расстояния между ранжировками. Вычисление расстояния. 19. Медианы и средние. 20. Свойства бинарных отношений. 21. Теория измерений. 22. Тип шкал и теория содержательности. Совместное измерение. 23. Полупорядки. Интервальные. порядки и нечисловые измерения. 24. Регулярные шкалы. 25. Примеры содержательных и бессодержательных утверждений. 26. Примеры фундаментальных измерений.
ОПК-1.3.	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в	Рефераты ответов на вопросы: 1. Циклическая природа математического моделирования. 2. Этапы процесса математического моделирования. Типы моделей

	профессиональной деятельности	3. Графы. Некоторые примеры. 4. Орграфы и матрицы. Матрицы смежности, достижения и расстояний. 5. Знаковые графы и теория структурного анализа. 6. Турниры. 7. Планирование транспортных потоков. 8. Графы пересечений. 9. Сеть питания. 10. Стохастические процессы и цепи Маркова. 11. Вероятности перехода и орграфы перехода. 12. Классификация цепей Маркова и их состояний. 13. Поглощающие и регулярные цепи. 14. Игры в форме характеристической функции. 15. Цена Шепли. 16. Функции группового выбора. 17. Теорема Эрроу. 18. Совмещение шкалы и условия однопиковости предпочтений. 19. Расстояние между ранжировками. 20. Отношения. Свойства бинарных отношений. 21. Теория измерений. 22. Тип шкал и теория содержательности.
--	----------------------------------	--

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (3 семестр).

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются

незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– оценка **«зачтено»** ставится при наборе учащимся от 3 до 5 баллов;

– на оценку **«не зачтено»** (1-2 балла) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.