

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-математического  
факультета

\_\_\_\_\_ А.М. Захаров  
" 2 " \_\_\_\_\_ 20 24 г.

Рабочая программа дисциплины

**ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

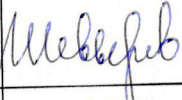


Направление подготовки магистратуры  
09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки магистратуры  
Прикладная информатика в экономике

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2024

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шевырев С.П.		2.09.2024
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		2.09.2024
Заведующий кафедрой	Блинков Ю.А.		2.09.2024
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Введение в математическое моделирование» является знакомство с основными объектами и методами моделирования и проектирования сложных программных систем. Знание этих методов позволяет адекватно решать различные прикладные задачи, связанные с объектом профессиональной деятельности магистра данного направления:

- моделирование прикладных и информационных процессов, описание реализации информационного обеспечения прикладных задач;
- изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования;
- выработка практических навыков исследования физических процессов с помощью построения математических и эвристических моделей с использованием приближенных и аналитических методов;
- применение математического моделирования для решения научных технических, фундаментальных и прикладных проблем;
- исследование математических моделей естественнонаучных технических объектов, а также социальных, учебных систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Введение в математическое моделирование» включена в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательным дисциплинам ООП магистратуры. На ее изучение отводится 144 часа (-ов) (из них: 27 - аудиторной работы, 3 - КСР, 78 - СР, 36 - контроль). Согласно учебному плану направления и профиля подготовки данный курс: 1 семестр - экзамен, контрольную работу.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. 2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее	Знать формулировку в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Уметь проектировать решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя

и ограничений	решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. 3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. 4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений, и решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. Владеть представлением результатов решения конкретной задачи проекта.
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	1.1_М.ОПК-1. Самостоятельно приобретает математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для использования их в профессиональной деятельности. 2.1_М.ОПК-1. Развивает математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для использования их в профессиональной деятельности. 3.1_М.ОПК-1. Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.	Знать математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для использования их в профессиональной деятельности. Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний. Владеть математическими, естественнонаучными и социально-экономическими знаниями для использования их в профессиональной деятельности.
ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	1.1_М.ОПК-2. Разрабатывает оригинальные алгоритмы и программные средства с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. 2.1_М.ОПК-2. Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.	Знать алгоритмы и программные средства с использованием современных интеллектуальных технологий. Уметь разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства с использованием современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач. Владеть приемами выбора современных интеллектуальных

		технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.
ПК-11 Способность управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию ИС предприятий и организаций.	<p>1.1_М.ПК-11. Грамотно использует информацию об: основах системного администрирования, современных стандартах информационного взаимодействия систем; программных средствах и платформах инфраструктуры информационных технологий организаций; источниках информации, необходимой для профессиональной деятельности; теории баз данных; основ программирования; современных объектно-ориентированных языках программирования; современных структурных языках программирования; языках современных бизнес-приложений, возможностях ИС, технологиях межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций методиках и типовых программах обучения пользователей, рекомендованных производителем ИС, инструментах и методах выявления требований, устройстве и функционировании современных ИС, основах современных операционных систем, основах современных систем управления базами данных, источниках информации, необходимых для профессиональной деятельности, современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности, предметной области автоматизации; возможностях типовой ИС; архитектуре, устройстве и функционировании вычислительных систем.</p> <p>2.1_М.ПК-11. Моделирует бизнес-</p>	<p>Знать информацию об основах системного администрирования, современных стандартах информационного взаимодействия систем, программных средствах и платформах инфраструктуры информационных технологий организаций, основ программирования, современных объектно-ориентированных языках программирования, современных структурных языках программирования, языках современных бизнес-приложений, возможностях ИС, технологиях межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций методиках и типовых программах обучения пользователей.</p> <p>Уметь моделировать бизнес-процессы в типовой ИС, разрабатывать прототип ИС на базе типовой ИС в соответствии с требованиями, разрабатывать код ИС и баз данных ИС.</p> <p>Владеть умением проводить оценку качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации</p>

	<p>процессы в типовой ИС.</p> <p>3.1_М.ПК-11. Осуществляет разработку прототипа ИС на базе типовой ИС в соответствии с требованиями.</p> <p>4.1_М.ПК-11. Разрабатывает код ИС и баз данных ИС.</p> <p>5.1_М.ПК-11. Осуществляет оценку качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов оценку качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов, оценку качества и эффективности программного кода.</p> <p>6.1_М.ПК-11. Выполняет распределение задач на разработку между исполнителями, оценку качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации, нормативных документов, оценка качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации, нормативных документов, оценку качества и эффективности программного кода, принятие управленческих решений по изменению программного кода, редактирование программного кода, контроль версий программного обеспечения в соответствии с регламентом и выбранной системой контроля версий.</p>	<p>нормативных документов, оценку качества алгоритмизации поставленных задач и оценку качества и эффективности программного кода.</p>
--	---	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные (-ых) единиц (-ы) 144 часа (-ов).

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лаб	КСР	СР	контроль	
1	Понятие равновесия для исследования сложных систем.	1	1, 2	3		8	4	
2	Типы равновесий на рынке однородного товара.	1	3, 4	3		8	4	
3	Модели совершенной конкуренции.	1	5, 6	3		8	4	
4	Игровые модели равновесия.	1	7, 8	3		8	4	
5	Модели равновесия на основе теории двойственности.	1	9, 10	3		8	4	
6	Общие модели экономического равновесия.	1	11, 12	3		8	4	
7	Модели равновесия в распределенных информационных системах.	1	13, 14	3		8	4	
8	Модели миграции населения.	1	15, 16	3		8	4	
9	Свойства существования и единственности решений.	1	17, 18	3	3	14	4	
итого за 1 семестр				27	3	78	36	экзамен, контрольная работа
итого всего				27	3	78	36	

### Содержание дисциплины

#### 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.

Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем.

#### 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.

Агрегированные равновесные модели взаимодействия экономических агентов.

Типы равновесий на рынке однородного товара, статические и динамические модели рынка.

### *3. Модели совершенной конкуренции.*

Микроэкономические модели взаимодействия экономических агентов и обмен информацией.

Модель обмена. Индивидуальный спрос и равновесие. Модель Эрроу-Дебре. Процессы установления равновесных цен.

### *4. Игровые модели равновесия.*

Игровые модели равновесия. Олигополистические рынки по Курно и Бертрону, стратегии поведения участников. Динамические модели экономики. Динамические модели экономики. Обобщенная динамическая модель Леонтьева.

### *5. Модели равновесия на основе теории двойственности.*

Модели равновесия на основе теории двойственности. Двойственность в линейном программировании.

Экономическая интерпретация симплекс-метода. Обобщенные условия оптимальности.

### *6. Общие модели экономического равновесия.*

Общие модели экономического равновесия.

Модели равновесия Касселя-Вальда и Скарфа.

### *7. Модели равновесия в распределенных информационных системах.*

Модели равновесия в распределенных информационных системах. Модели транспортного равновесия.

### *8. Модели миграции населения.*

Модели миграции населения. Моделирование процессов миграции населения. Вариационные неравенства. Вариационные неравенства.

### *9. Свойства существования и единственности решений.*

Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа. Методы решения вариационных неравенств. Методы решения вариационных неравенств. Метод Ньютона. Проективный метод.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Для реализации компетентностного подхода в учебном процессе применяются следующие образовательные технологии:

1) при проведении лекционных занятий: информационные лекции, проблемные лекции, лекции беседы, лекции дискуссии, лекции с заранее запланированными ошибками;

2) при проведении практических занятий: традиционные занятия, занятия исследования, проблемные ситуации, ситуации с ошибкой;

3) при организации самостоятельной работы студентов: поиск и обработка информации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных технологий; исследование проблемной ситуации; постановка и решение задач из предметной области; отработка навыков применения стандартных методов к решению задач предметной области.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Применяются следующие формы контроля: устный опрос, проверка решения практических задач, контрольная работа.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной и итоговой аттестации. Подготовка, при необходимости, учебных и контрольно-измерительных материалов в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями (для студентов с нарушениями зрения учебные материалы подготавливаются с применением укрупненного шрифта, используются аудиозаписи занятий; для студентов с нарушением слуха предоставляются электронные лекции, печатные раздаточные материалы с заданиями для самостоятельной работы).

При необходимости, для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с инвалидностью и студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается в 1,5–2 раза по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.



## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **Самостоятельная внеаудиторная работа.**

Проводится в форме изучения и анализа лекционного материала, изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подбора дополнительных источников для извлечения научно-технической информации, связанной с проблемами, изучаемыми в рамках данной дисциплины и решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях, подготовки к промежуточной аттестации.

### **Самостоятельная аудиторная работа.**

Проводится в форме самостоятельного решения задач на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; проведения контрольной работы; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лекциях и практических занятиях; поиска и устранения ошибок, заложенных в представлении материала преподавателем и допущенных другими студентами.

### **Текущий контроль.**

Проводится в форме устных опросов на лекционных и практических занятиях, разбора и обсуждения решаемых задач на практических занятиях, контрольной работы по теме. Примерные варианты контрольной работы содержатся в фонде оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **Промежуточная аттестация.**

Практические занятия проводятся по различным предметным областям. Необходимо сделать полную реализацию системы и продемонстрировать ее работоспособность на тестовых данных. Примерный набор заданий:

Проектирование схемы базы данных.

Программирование системы запросов.

Тестовый пример для выбранной предметной области.

Научно-исследовательская работа студентов заключается в самостоятельной конкретизации студентом формулировки задачи, поставленной преподавателем, с целью развития самостоятельного инновационного мышления, развития умений формулировать и формализовать сложные предметные области с учетом особенностей развития современного общества.

### **Список вопросов по дисциплине.**

1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.

2. Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем
3. Типы равновесий на рынке однородного товара. Агрегированные равновесные модели взаимодействия экономических агентов
4. Типы равновесий на рынке однородного товара, статические и динамические модели рынка
5. Модели совершенной конкуренции.
6. Микроэкономические модели взаимодействия экономических агентов и обмен информацией
7. Модель обмена.
8. Индивидуальный спрос и равновесие
9. Модель Эрроу-Дебре.
10. Процессы установления равновесных цен
11. Игровые модели равновесия.
12. Игровые модели равновесия
13. Олигополистические рынки по Курно и Бертрону, стратегии поведения участников
14. Динамические модели экономики.
15. Динамические модели экономики
16. Обобщенная динамическая модель Леонтьева
17. Модели равновесия на основе теории двойственности.
18. Модели равновесия на основе теории двойственности
19. Двойственность в линейном программировании
20. Экономическая интерпретация симплекс-метода.
21. Обобщенные условия оптимальности
22. Общие модели экономического равновесия.
23. Общие модели экономического равновесия
24. Модели равновесия Касселя-Вальда и Скарфа
25. Модели равновесия в распределенных информационных системах.
26. Модели равновесия в распределенных информационных системах
27. Модели транспортного равновесия
28. Модели миграции населения.
29. Модели миграции населения
30. Моделирование процессов миграции населения
31. Вариационные неравенства. Вариационные неравенства
32. Свойства существования и единственности решений.
33. Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа
34. Методы решения вариационных неравенств.
35. Методы решения вариационных неравенств

36. Метод Ньютона  
37. Проектный метод.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	10	20	0	30	0	10	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 1 семестр.

##### Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. – от 0 до 10 баллов.

##### Лабораторные занятия

Контроль выполнения лабораторных работ – от 0 до 20 баллов.

##### Практические занятия

Не предусмотрены.

##### Самостоятельная работа

Работа с электронными УМК – от 0 до 30 баллов.

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрены.

##### Другие виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности, не вошедшие в предыдущие колонки таблицы – выполнение контрольной работы - от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация, экзамен – от 0 до 30 баллов. Представляет собой устное собеседование со студентом по программе курса. Здесь оценивается правильность, полнота и аргументированность ответа. Приветствуется умение подкреплять ответ на вопрос конкретными примерами.

25-30 баллов – ответ на «отлично»

19-24 балла – ответ на «хорошо»

13-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр составляет 100 баллов

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов  
по дисциплине «Введение в математическое моделирование» в оценку.

80 баллов и более	«отлично»
от 60 до 79 баллов	«хорошо»
от 40 до 59 баллов	«удовлетворительно»
меньше 40 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### *Литература:*

1. Чернышов В.Н. Моделирование информационных процессов и исследование в ИТ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чернышов В.Н., Образцов Д.В., Платёнкин А.В.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85960.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00024-019-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013459>

3. Яроцкая Е.В. Экономико-математические методы и моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яроцкая Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 196 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/90006.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### *Интернет-ресурсы:*

1. Локальные нормативные документы СГУ по образовательной деятельности <https://www.sgu.ru/structure/edudep/lokalnye-normativnyye-dokumenty-po-obrazovatelnoy>
2. Образовательные программы СГУ <https://www.sgu.ru/education/courses>
3. Студенчество СГУ <https://www.sgu.ru/students>

### *Программное обеспечение (ПО):*

1. ОС Unix/Linux (свободное ПО)
2. OpenOffice.org Base, PostgreSQL, pgAdmin3, Kate, Python и др. (свободное ПО)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий по дисциплине «Введение в математическое моделирование», предусмотренной учебным планом ООП, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- мультимедийная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированные классы, предназначенные для проведения практических занятий;
- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;
- электронная библиотека;
- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» и профилю подготовки «Прикладная информатика в экономике».

Автор (-ы)

доцент, к.ф.-м.н., доцент кафедры математического и  
компьютерного моделирования

Шевырев С.П.

Программа одобрена на заседании кафедры математического и компьютерного моделирования от 02.09.2024, протокол № 2.