

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Имитационное моделирование экономических систем

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

38.03.05 - Бизнес-информатика

Направленность образовательной программы

Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия
решений в экономике и бизнесе

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Имитационное моделирование экономических систем 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
ПК-3: Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе	ПК-3.2: Разрабатывает и применяет компьютерные модели в экономических исследованиях	ПК-3.2: Знать методы имитационного моделирования для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе. Уметь использовать методы имитационного моделирования для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе. Владеть методами имитационного моделирования для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.	Задания	Экзамен: Тест

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6

Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	114
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Основные понятия и концепции имитационного моделирования. Модельное время. Этапы имитационного моделирования.	14	2	2	4	10
Тема 2. Процесс принятия решений. Системы и модели.	16	2	2	4	12
Тема 3. Имитационное моделирование: метод Монте-Карло.	20	4	4	8	12
Тема 4. Системная динамика.	24	4	4	8	16
Тема 5. Моделирование динамических систем.	28	6	6	12	16
Тема 6. Дискретно-событийное моделирование.	30	6	6	12	18
Тема 7. Агентное моделирование.	24	4	4	8	16
Тема 8. Имитационное моделирование в Excel.	22	4	4	8	14
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	216	32	32	66	114

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные понятия и концепции имитационного моделирования. Модельное время. Этапы имитационного моделирования.

Имитационное моделирование, его преимущество и недостатки.

Способы изменения модельного времени.

Виды имитационных моделей и этапы имитационного моделирования.

Тема 2. Процесс принятия решений.

Системы и модели.

Принятие решений в динамической среде.

Этапы построения моделей.

Виды математических моделей.

Тема 3. Имитационное моделирование: метод Монте-Карло.

Применение метода Монте-Карло при имитационном моделировании.

Определение количества экспериментов в методе Монте-Карло.

Тема 4. Системная динамика.

Модели системной динамики.

Центральная концепция системной динамики.

Сферы применения системной динамики.

Тема 5. Моделирование динамических систем.

Классы моделей динамических систем.

Составные части сложных динамических систем.

Характеристики элементов динамических систем.

Тема 6. Дискретно-событийное моделирование.

Поток событий. Теорема о числе событий для простейшего потока.

Сечение случайного процесса.

Марковский случайный процесс.

Основные элементы систем массового обслуживания (СМО). Типы СМО.

Показатели, характеризующие эффективность работы СМО.

Тема 7. Агентное моделирование. Агент, его характеристики.

Базовые стадии построения агентной модели.

Тема 8. Имитационное моделирование в Excel.

Создание и реализации компьютерной модели в Excel.

Таблицы подстановки данных. Подбор параметра. Поиск решения. Имитационное моделирование инвестиционных рисков.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Имитационное моделирование экономических систем" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4304>).

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Тема 1. Основные понятия и концепции имитационного моделирования. Модельное время. Этапы имитационного моделирования.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите классификацию моделей. 2. Какое моделирование относится к компьютерному моделированию? 3. Какая модель называется имитационной моделью? 4. В каких случаях применяется имитационное моделирование? 5. Какие преимущества и недостатки имитационного моделирования? 6. Какое время используется в имитационном моделировании, и какие существуют способы его изменения? 7. Назовите виды имитационных моделей. 8. Назовите этапы имитационного моделирования. 	ПК-3
Тема 2. Процесс принятия решений. Системы и модели.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. Что является важнейшей проблемой при принятии управленческих решений? 2. Чем характеризуется принятие решений в динамической среде? 3. Каковы могут быть основные причины снижения эффективности принятия решений в динамичной управленческой среде? 4. Назовите этапы построения моделей. 5. Какие существуют виды математических моделей? 6. Охарактеризуйте виды математических моделей. 	ПК-3
Тема 3. Имитационное моделирование: метод Монте-Карло.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких случаях при имитационном моделировании применяется метод Монте-Карло? 2. На каких испытаниях основан метод Монте-Карло? 3. В чем заключается суть метода Монте-Карло? 4. Чем определяется количество экспериментов в методе Монте-Карло? 	ПК-3
Тема 4. Системная динамика.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите характеристики, которые необходимо учитывать при составлении моделей системной динамики. 2. Из чего состоят модели системной динамики с математической точки зрения? 3. Назовите фамилии ученых, в научных трудах которых отражен системно-динамический подход в имитационном моделировании. 4. Что такое системная динамика? 5. Перечислите некоторые сферы применения системной динамики. 6. Что является центральной концепцией системной динамики? 	ПК-3
Тема 5. Моделирование динамических систем.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите классы моделей динамических систем. 2. Перечислите элементы, которые являются составными частями сложных динамических систем (сколько их и какие). 3. Каковы специфические свойства элементов динамических систем? 4. Дайте характеристику каждого элемента динамических систем. 	ПК-3
Тема 6. Дискретно-событийное моделирование.	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое поток событий? 2. Какой поток событий называется простейшим? 3. Сформулируйте теорему о числе событий для простейшего потока. 4. Что такое сечение случайного процесса? 5. Какой случайный процесс называется «марковским»? 6. Какие уравнения используются для моделирования марковского процесса? 7. Как называются эти уравнения? 	ПК-3

8. Что такое СМО? 9. Назовите основные элементы СМО. 10. Назовите основные типы СМО. 11. Какие группы показателей характеризуют эффективность работы СМО?	
Тема 7. Агентное моделирование.	<i>ПК-3</i>
1. Что такое поток «агент»? 2. Опишите характеристики агента? 3. Сколько существует базовых стадий для построения <u>агентной</u> модели? 4. Назовите базовые стадии построения <u>агентной</u> модели.	<i>ПК-3</i>
Тема 8. Имитационное моделирование в Excel.	<i>ПК-3</i>
1. Что необходимо создать для реализации компьютерной модели в Excel? 2. Какие встроенные функции Excel используются при имитационном моделировании инвестиционных рисков? 3. Что является результирующим показателем при имитационном моделировании инвестиционных рисков? 4. Назовите типы таблиц подстановки данных. 5. В чем заключается различие между командами Excel: подбор параметра и поиск решения?	<i>ПК-3</i>

□

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой.
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».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо».
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».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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 - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Какое из представлений времени НЕ используется при моделировании
 - a. реальное время
 - b. модельное время
 - c. структурное время
 - d. машинное время
2. Метод статистических испытаний, который заключается в моделировании случайных событий, является одной из базовых разновидностей:
 - a. метода Тейлора
 - b. теории Форрестера
 - c. метода Монте-Карло
 - d. метода Лас Вегаса
3. Математическая модель вида $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v \\ \frac{dv}{dt} = -kx \end{cases}$ называется
 - a. статической
 - b. стохастической
 - c. динамической
 - d. моделью с дискретным временем
4. Зависимость между ценой товара и спросом является
 - a. положительным контуром обратной связи
 - b. отрицательным контуром обратной связи
 - c. усиливающим контуром обратной связи
 - d. нейтральным контуром обратной связи
5. Система, параметры которой неизменны во времени, называется
 - a. линейной динамической системой
 - b. нелинейной динамической системой
 - c. стационарной динамической системой
 - d. аналоговой динамической системой
6. Если вероятностные характеристики потока не зависят от времени, то он называется
 - a. регулярным
 - b. стационарным
 - c. потоком без последствий
 - d. одинарным
7. Выберите показатель качества обслуживания заявок:
 - a. абсолютная пропускная способность
 - b. среднее время ожидания заявки в очереди
 - c. средняя продолжительность периода занятости СМО
 - d. коэффициент использования СМО
8. Выберите показатель качества обслуживания заявок:
 - a. абсолютная пропускная способность
 - b. относительная пропускная способность
 - c. вероятность отказа заявки в обслуживании без ожидания
 - d. коэффициент использования СМО

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой.
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».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо».
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».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

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

Основная литература:

1. Мичасова О. В. Имитационное моделирование экономических систем: проектноориентированный подход : учебно-методическое пособие / Мичасова О. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 186 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета, центром инновационных образовательных технологий (Центр «Тюнинг») ИЭП для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730285&idb=0>.
2. Кобелев Николай Борисович. Имитационное моделирование : Учебное пособие / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; ЭЛИНА - КОМПЬЮТЕР ООО; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. - Москва : ООО "КУРС", 2018. - 368 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-905554-17-9. - ISBN 978-5-16-

500105-5. - ISBN 978-5-16-006371-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=741670&idb=0>.

3. Акопов А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум / А. С. Акопов. - Москва : Юрайт, 2023. - 389 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02528-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841644&idb=0>.

4. Боев В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / В. Д. Боев. - Москва : Юрайт, 2023. - 253 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-04734-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843044&idb=0>.

5. Вьюненко Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. - Москва : Юрайт, 2023. - 283 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01098-5. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847111&idb=0>.

6. Кутузов О. И. Моделирование систем. Имитационный метод : учебник для вузов / Кутузов О. И., Татарникова Т. М.; Кутузов О. И. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 224 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-48872-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886477&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Девятков Владимир Васильевич. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития : Монография / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - Москва : Вузовский учебник, 2019. - 445 с. - Дополнительное профессиональное образование. - ISBN 978-5-9558-0338-8. - ISBN 978-5-16-009215-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=630966&idb=0>.

2. Древс Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие / Ю. Г. Древс, В. В. Золотарёв. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 142 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-11385-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=844126&idb=0>.

3. Перова В. И. Задания и методические указания для выполнения лабораторных работ по учебным дисциплинам. Часть 2 : Учебно-методическое пособие. Ч. 2. Задания и методические указания для выполнения лабораторных работ по учебным дисциплинам. Часть 2 / Перова В. И. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2018. - 89 с. - Рекомендовано методической комиссией института экономики и предпринимательства для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=709635&idb=0>.

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

Программное обеспечение:

1. ОС Windows Корпоративная.

Интернет-ресурсы:

1. <https://urait.ru/>

2. <https://e.lanbook.com/>

3. <http://www.unn.ru>

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 38.03.05 - Бизнес-информатика.

Автор(ы): Перова Валентина Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Чекмарев Дмитрий Тимофеевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кузнецов Юрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.12.2023, протокол № 6.