



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра информационных технологий и прикладной математики

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП


(подпись) С.В. Данилова

« 1 » 09 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины
Математическое и имитационное моделирование

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Прикладная информатика в цифровой экономике



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» является формирование у будущих специалистов знаний и умений, соответствующих следующим трудовым функциям, входящим в состав обобщенных трудовых функций: "Выполнение работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы" и "Техническая поддержка процессов создания (модификации) и сопровождения ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы" профессионального стандарта "Специалист по информационным системам":

- разработка модели бизнес-процессов заказчика;
- адаптация бизнес-процессов заказчика к возможностям типовой ИС;
- определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в ИС на этапе предконтрактных работ;
- инженерно-техническая поддержка подготовки коммерческого предложения заказчику на поставку, создание (модификацию) и ввод в эксплуатацию ИС на этапе предконтрактных работ.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина " Математическое и имитационное моделирование" относится к обязательным дисциплинам блока 1 «Дисциплины (модули)».

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями, навыками/опытом практической деятельности, полученными ранее в ходе изучения дисциплин: Математика, Дискретная математика, Алгоритмы и технологии программирования, Разработка программных приложений, Теория вероятностей и математическая статистика, Экономическая теория.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин: Проектирование экономических информационных систем, Цифровая экономика, Экономическая эффективность информационных систем цифровой экономики.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-6 способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;

в) профессиональные (ПК):

ПК-5 способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область.

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- инструменты и методы моделирования бизнес-процессов в ИС;
- методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов;
- основные хозяйственные задачи, решаемые с помощью экономико-математического и имитационного моделирования;



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

- теоретические основы и прикладные методы решения задач менеджмента с помощью экономико-математического и имитационного моделирования;
- теоретические основы моделирования как научного метода;
- программные методы решения задач имитационного моделирования.

Уметь:

- выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели и функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области;
- применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений;
- творчески применять экономико-математическое и имитационное моделирование в целях углубления знаний о рынках товаров и услуг, понимания закономерностей их функционирования;
- использовать и разрабатывать программные приложения, реализующие имитационные модели.

Иметь:

- навыки формулирования простейших прикладных экономико-математических и имитационных моделей;
- навыки моделирования прикладных задач;
- навыки выбора прикладных экономико-математических и имитационных моделей для решения задач менеджмента;
- навыки использования и разработки программных приложений, реализующие имитационные модели.

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебных планах образовательной программы. План для дневной формы обучения:

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения) Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	
1.	Основные понятия теории игр	5	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
2.	Решение матричной игры в чистых стратегиях	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.
3.	Решение матричной игры в смешанных стратегиях	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.
4.	Игра с природой	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.
5.	Модель межотраслевого баланса	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.
6.	Модели сетевого планирования и управления	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.
7.	Эконометрические модели	5	2	4	Обсуждение результатов решения задач.



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

8.	Элементы теории массового обслуживания	5	4	6	Обсуждение результатов решения задач.
Итого за семестр:			18	32	Зачет
9.	Имитационное моделирование, основные понятия	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
10.	Задачи, решаемые методами имитационного моделирования	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
11.	Основные подходы к имитационному моделированию	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
12.	Инструментальные средства имитационного моделирования	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
13.	Базовые классы объектов имитационного моделирования	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
14.	Моделирование предприятий торговли	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
15.	Моделирование промышленных предприятий	6	2	2	Обсуждение результатов решения задач.
Итого за семестр:			14	14	Экзамен
Итого:			32	46	

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Основные понятия теории игр.

Конфликтные ситуации. Основные определения теории игр. Игроки, стратегии, функция выигрыша. Задача теории игр. Платежная матрица.

2. Решение матричной игры в чистых стратегиях.

Критерий минимакса-максимина. Максиминная и минимаксная стратегии. Нижняя и верхняя цена игры. Седловая точка. Цена игры, решение игры. Определение игры в чистых стратегиях. Примеры игр в чистых стратегиях.

3. Решение матричной игры в смешанных стратегиях.

Определение смешанной стратегии. Основная теорема игр. Условие оптимальной смешанной стратегии. Решение задач в смешанных стратегиях методами линейного программирования. Примеры задач смешанной стратегии. Решение задач смешанной стратегии средствами Excel. Программная реализация решения задач смешанной стратегии.

4. Игра с природой.

Состояния природы. Матрица выигрыша в случае игры с неопределенностью. Оптимальные стратегии игрока в условиях неопределенности. Критерий Байеса – Лапласа. Максиминный критерий Вальда. Критерий оптимиста. Критерий Гурвица. Критерий Сэвиджа. Матрица риска. Принятие решений в условиях риска. Оптимальность по Парето. Примеры задач игры с природой.

5. Модель межотраслевого баланса (МОБ).

Структура и содержание таблицы межотраслевого баланса. Соотношения межотраслевого баланса. Коэффициенты прямых и полных затрат. Основная задача модели МОБ. Продуктивная МОБ, критерий продуктивности. Решение задач МОБ средствами Excel. Программная реализация решения задач МОБ. Примеры задач МОБ.

6. Модели сетевого планирования и управления.

Основные понятия сетевой модели. Сетевой график, работа, фиктивная работа. Событие, исходное и завершающее события. Правила построения сетевого графика. Метод критического пути. Критический путь, ранний и поздний сроки совершения события. Резерв события. Расчеты в моделях сетевого планирования. Построение предварительного графика. Определение запасов времени. Стоимость проекта, оптимизация сетевого графика. Сетевые модели в условиях неопре-



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

деленности. Программная реализация создания моделей сетевого планирования. Примеры задач сетевого планирования.

7. Эконометрические модели.

Регрессионные эконометрические модели. Экзогенные, эндогенные и лаговые переменные. Множественный метод наименьших квадратов. Системы эконометрических уравнений. Идентифицируемость систем эконометрических уравнений. Двухшаговый метод наименьших квадратов. Модель Харрода-Дамара. Производственная функция Леонтьева. Модель Солоу, золотое правило накопления. Модель Клейна. Модель спроса и предложения. Решение регрессионных задач средствами Excel. Программная реализация эконометрических моделей.

8. Элементы теории массового обслуживания.

Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО). Каналы обслуживания. Поток событий. Граф состояний. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процессы гибели и размножения. СМО с отказами. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами. Средства массового обслуживания с неограниченной очередью. Одноканальная и многоканальная СМО с неограниченной очередью. Одноканальная и многоканальная СМО с ограниченной очередью. Замкнутые средства массового обслуживания. Одноканальная и многоканальная замкнутые СМО. СМО с ограниченным временем ожидания. Примеры СМО.

9. Имитационное моделирование, основные понятия.

Генерация псевдослучайных чисел. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных величин, имеющих различные законы распределения. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Примеры задач, решаемых методом Монте-Карло. Точность метода. Имитационное моделирование. Непрерывные и дискретные имитационные модели.

10. Задачи, решаемые методами имитационного моделирования.

Области использования имитационных моделей: бизнес-процессы, бизнес-симуляция, боевые действия, динамика населения, дорожное движение, ИТ-инфраструктура, железнодорожные перевозки, математическое моделирование исторических процессов, логистика, пешеходная динамика, производство, рынок и конкуренция, сервисные центры, цепочки поставок, уличное движение, управление проектами, экономика здравоохранения, экосистема, информационная безопасность, релейная защита. Имитация модели очереди с одним сервисом. Моделирование управлением запасами.

11. Основные подходы к имитационному моделированию.

Дискретно-событийное моделирование, системная динамика, агентное моделирование. Ход времени в имитационной модели. Моделирование в геопространстве.

12. Инструментальные средства имитационного моделирования.

GPSS-World, Actor-Pilgrim, Simulink, Arena, AnyLogik. Создание и исследование моделей, построенных средствами GPSS-World.

13. Базовые классы объектов имитационного моделирования.

Объектно-ориентированный подход к созданию программ имитационного моделирования. Классы, обеспечивающие генерацию случайных чисел. Классы, ориентированные на создание агентных моделей. Базовый класс Actor, моделирующий активных агентов. Базовые классы, позволяющие моделировать объекты, взаимодействующие с объектами Actor при выполнении производственных функций. Классы, обеспечивающие создание и ликвидацию объектов Actor. Классы, позволяющие реализовать схему модели: сумматор, переключатель, очередь, массив очередей. Класс Simulator, обеспечивающий общее управление процессом моделирования. События и состояния объектов имитационной модели.

14. Моделирование предприятий торговли.

Имитационные модели магазина и супермаркета. Классы: активный агент Покупатель и объекты, с которыми взаимодействует Покупатель: Парковка, Тележки, Корзины, Торговый зал, Кассир.



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

Использование свойств и методов базовых классов. Свойства и методы классов, специфические для данных моделей. Структурные схемы моделей.

15. Моделирование промышленных предприятий.

Имитационная модель производственного участка машиностроительного предприятия. Классы: активный агент Партия деталей и объекты, с которыми взаимодействует Партия деталей: Группы оборудования, Станки, Рабочие, Гальванический цех. Классы Маршрут и Этап задания. Класс Состояние производства, управляющий моделированием. База данных, содержащая свойства объектов моделирования. Использование свойств и методов базовых классов. Свойства и методы классов, специфические для данной модели. Структурная схема модели.

5. Образовательные технологии

Организация учебного процесса осуществляется в форме лекций, практических занятий и индивидуальной самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» основан на использовании следующих инновационных образовательных технологий:

1. Технология проблемного обучения – основные темы курса на лекциях и практических занятиях раскрываются через постановку и последующее разрешение проблемы создания имитационной модели.

2. Технология тестового контроля качества образования – в процессе и по завершении теоретического обучения выполняется компьютерное тестирование.

3. Информационно-компьютерные технологии – применяются при выполнении практических работ, самостоятельной внеаудиторной подготовке в виде самотестирования по сети Internet и использования учебных материалов в электронной форме. Также в перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине входят технологии смешанного обучения.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Методика преподавания учебной дисциплины решает следующие основные задачи:

- определяет задачи обучения студентов по дисциплине;
- научно обосновывает содержание учебной программы, намечает последовательность ее изучения в комплексе с другими дисциплинами;
- определяет пути реализации принципов обучения при изучении дисциплины, формы и методы обучения;
- вырабатывает требования к методической подготовке преподавателей;
- изучает историю методики преподавания дисциплины;
- внедряет передовой опыт обучения;
- вырабатывает рекомендации по воспитанию обучаемых в процессе изучения дисциплины.

В соответствии с этими задачами осуществляется отбор научного материала, его систематизация и переработка в интересах развития и совершенствования содержания учебной дисциплины.

Методика разработана применительно к утвержденной рабочей программе для студентов с учетом требований Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 090303 «Прикладная информатика», и вооружает преподавателей необходимыми знаниями, способствует их внедрению в практику обучения и воспитания студентов.

Выбор методов проведения занятий обусловлен учебными целями, содержанием учебного материала, временем, отводимым на занятия.

На занятиях в тесном сочетании применяется несколько методов, один из которых выступает ведущим. Он определяет построение и вид занятий.



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения теоретические и практические вопросы.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических работ.

Целями проведения лабораторных работ являются:

- приобретение практических навыков разработки программ с применением инструментального программного обеспечения;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности.

Цели лабораторных работ достигаются наилучшим образом в том случае, если им предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения практических работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной самостоятельной работой.

Работы рекомендуется выполнять в той последовательности, в которой они написаны, потому что в некоторых работах используются элементы, полученные в предыдущей работе.

На занятиях со студентами должны широко использоваться разнообразные средства обучения, способствующие более полному и правильному пониманию темы лекции или практического занятия, а также выработке практических навыков по работе с ППО.

К средствам обучения студентов относятся:

- речь преподавателя;
- технические средства обучения: - персональные компьютеры с установленным прикладным программным обеспечением;
- - учебники, учебные пособия, лекции в электронном виде.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для контроля усвоения материала дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» предусмотрен текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль основан на анализе результатов выполнения практических работ и собеседовании по их темам. Промежуточный контроль заключается в сдаче экзамена по дисциплине.

Для проведения зачетов (экзаменов) в письменной или тестовой форме разрабатывается перечень вопросов, утверждаемый заведующим кафедрой. В перечень включаются вопросы из различных разделов курса, позволяющие проверить и оценить теоретические знания студентов и умение применять их для решения практических задач.

Зачет (экзамен) в письменной форме проводится одновременно для всех студентов академической группы. Время выполнения задания составляет не более одного академического часа. При проведении зачета (экзамена) в письменной форме оценка выставляется на основе правил, принятых кафедрой, которые должны быть сообщены студентам до начала зачетной (экзаменационной) сессии.

Аналогичные правила могут быть заложены в программы компьютерного тестирования.

При контроле знаний в устной форме преподаватель использует метод индивидуального собеседования, в ходе которого обсуждает со студентом один или несколько вопросов из учебной программы. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры. По окончании ответа на вопросы преподаватель объявляет студенту результаты сдачи зачета (экзамена).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

1. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 532 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04300-0. – Текст : электронный.
2. Мицель, А. А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов : учебное пособие : [16+] / А. А. Мицель, Е. Б. Грибанова ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – 218 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр.: с. 207. – ISBN 978-5-86889-358-2. – Текст : электронный.
3. Очеретовый А.С. Программирование задач имитационного моделирования. Методические указания. Иваново: Ивановский государственный университет 2015. 23 с.
4. Бродский, Ю. И. Лекции по математическому и имитационному моделированию : [16+] / Ю. И. Бродский. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 240 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-3697-8. – DOI 10.23681/429702. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Бабина, О. И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии / О. И. Бабина, Л. И. Мошкович ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014. – 152 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364516> (дата обращения: 27.02.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3082-8. – Текст : электронный.
2. Альсова, О. К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim : учебное пособие : [16+] / О. К. Альсова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 104 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574615> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр.: с. 97. – ISBN 978-5-7782-2840-5. – Текст : электронный.
3. Эльберг, М. С. Имитационное моделирование : учебное пособие : [16+] / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497147> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр.: с. 124-125. – ISBN 978-5-7638-3648-6. – Текст : электронный.
4. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебное пособие / В. В. Федосеев, А. Н. Тармаш, И. В. Орлова, В. А. Половников ; под ред. В. В. Федосеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити-Дана, 2015. – 302 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114535> (дата обращения: 01.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 5-238-00819-8. – Текст : электронный.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru; <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser, программа имитационного моделирования GPSS-World, среда программирования Microsoft Visual Studio 2015, СУБД Microsoft SQL Server.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;
- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: макеты, демонстрационные устройства, электронные пособия (презентации, электронные словари и т.п.), визуальные пособия – видеоматериалы, электронные блоки, детали устройств и др., печатные пособия.

Компьютерный класс, оборудованный проектором и персональными компьютерами, которые объединены ЛВС с выходом в Интернет.



Основная профессиональная образовательная программа
09.03.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в цифровой экономике)

Автор рабочей программы дисциплины: к.э.н., доцент кафедры ИТиПМ Валинурова А.А.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Информационных технологий и прикладной математики (ИТиПМ) «01» сентября 2022 г., протокол № 1

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ Данилова С. В.
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ Данилова С. В.
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ Данилова С. В.
(подпись)