



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра информационных технологий в экономике и организации производства

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

С.В. Данилова

(подпись)

« 13 » июля 20 18 г.

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование

Уровень высшего образования:	магистратура
Квалификация выпускника:	магистр
Направление подготовки:	09.04.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Прикладная информатика в аналитической экономике
Тип образовательной программы:	программа академической магистратуры



1. Цели освоения дисциплины

Формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков владения математическим аппаратом математического моделирования экономических процессов для решения задач; воспитание культуры логических рассуждений; привитие элементарных практических навыков формулирования прикладных математических моделей научно-исследовательского, производственного и экономического характера, их анализа и использования для принятия управленческих решений с применением современных методов имитационного моделирования сложных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

В учебном плане по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» дисциплина «Математическое моделирование» является обязательной и находится в составе базовой части.

Для усвоения дисциплины (модуля) математическое моделирование экономических процессов студентам необходимо усвоение материала дисциплин «Математика», «Дискретная математика», «Теория алгоритмов», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория систем и системный анализ», «Математическая логика», «Численные методы в экономике», «Экономическая теория», «Эконометрика» и «Математическая экономика».

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:

ОК-1 – способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОПК-3 – способностью исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и научно-технического развития ИКТ;

ПК-16 – способностью организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные хозяйственные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования;
- теоретические основы и прикладные методы решения задач менеджмента с помощью экономико-математического моделирования;
- теоретические основы моделирования как научного метода;

Уметь:

- применять методологию математических дисциплин для решения задач по математическому моделированию в экономике;
- применять модели и методы для решения поставленных экономических задач;
- 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 моделирование в целях углубления знаний о рынках товаров и услуг, понимания закономерностей их функционирования;

Владеть:



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

- навыками формулирования простейших прикладных экономико-математических моделей;
- навыками моделирования прикладных задач;
- навыками выбора прикладных экономико-математических моделей для решения задач менеджмента.

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

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 учебном плане образовательной программы.

№ 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)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Математическое моделирование экономических процессов как технология принятия управленческих решений.	1	2		опрос
2.	Экономико-математические методы и модели	1	1		опрос
3	Межотраслевой баланс и структура цен в экономике	1	1		опрос
4	Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования	1	1	1 практ. зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
5	Экономико-математические модели, сводимые к транспортной задаче	1	1	1 практ. зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
6	Динамическое программирование и его применение в менеджменте	1	1	1 практ. зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
7	Постановка задачи нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера	1		1 практ. зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
8	Экономические приложения нелинейного программирования: числовые	1	1	1 практ. зан.	опрос



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

	модели				
9	Сущность имитационного моделирования экономических процессов	1			
10	Моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах	1		1 практ .зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
11	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	1		1 практ .зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
12	Имитационное моделирование случайных факторов	1		1 практ .зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
Итого за семестр:			8	8	Экзамен

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Курс	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очно-заочной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очно-заочной форме обучения) Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	
1.	Математическое моделирование экономических процессов как технология принятия управленческих решений.	1	2		
2.	Экономико-математические методы и модели	1	1		Контрольная работа 1
3.	Межотраслевой баланс и структура цен в экономике	1	1		
4.	Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования	1	1	1 практ .зан.	
5.	Экономико-математические модели, сводимые к транспортной задаче	1	1	1 практ .зан.	
6.	Динамическое программирование и его применение в менеджменте	1	1	1 практ .зан.	
7.	Постановка задачи нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера	1		1 практ .зан.	
8.	Экономические приложения	1	1	1 практ	



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

	нелинейного программирования: числовые модели			.зан.	
9.	Сущность имитационного моделирования экономических процессов	1			
10.	Моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах	1		1 практ .зан.	
11.	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов	1		1 практ .зан.	опрос
12.	Имитационное моделирование случайных факторов	1		1 практ .зан.	Проверка результатов выполнения заданий практического занятия
Итого:		8		8	Экзамен

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Раздел 1. Математическое моделирование экономических процессов как технология принятия управленческих решений.

Физическое и математическое моделирование. Математическая модель системы (процесса). Содержательное описание. Формализация. Использование математических моделей: аналитическое исследование процессов; исследование процессов при помощи численных методов; моделирование процессов на вычислительных машинах непрерывного действия; моделирование процессов на цифровых вычислительных машинах с учетом и имитацией случайных факторов. Математическая модель элемента сложной системы. Математическая модель взаимодействия элементов сложной системы. Входные и выходные сигналы. Схемы сопряжения. Оператор сопряжения. Составление математических моделей в экономических задачах.

Компьютерное моделирование. Понятие компьютерного моделирования. Определение модели. Общая классификация основных видов моделирования.

Моделирование случайных процессов. Случайное событие, случайная величина, случайная функция, случайный процесс. Законы распределения случайных величин. Биномиальный закон распределения. Закон редких событий (закон Пуассона). Закон равномерного распределения. Закон нормального распределения. Показательный закон распределения. Закон распределения случайной функции. Стационарные и нестационарные случайные функции, и процессы. Эргодичность стационарных случайных функций. Свойства корреляционных функций стационарных случайных процессов. Взаимная корреляционная функция. Сложение случайных функций. Интегрирование и суммирование случайных функций. Моделирование испытаний в схеме случайных событий. Формирование возможных значений случайной величины с заданным законом распределения. Формирование реализаций случайных функций.

Расчет характеристик эргодической стационарной случайной функции по одной реализации. Корреляционная функция и спектральная плотности случайного производства.



Раздел 2. Экономико-математические методы и модели

Экономико-математические методы. Методы оптимизации: линейное, нелинейное и динамическое программирование. Постановка задачи линейного программирования. Задача планирования производства. Задача диеты. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Целочисленное программирование. Методы исследования нелинейных явлений в экономике. Динамическое программирование (планирование). Вероятностные и статистические методы эконометрики. Системы одновременных уравнений. Элементы теории массового обслуживания (теории очередей). Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. Понятие марковского случайного процесса. Потоки событий. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процесс гибели и размножения. Размеченный граф состояний процесса гибели и размножения. Системы массового обслуживания с отказами. Системы массового обслуживания с ожиданием. Метод Монте-Карло. Методы теории игр и статистических решений. Групповые решения. Элементы сетевого планирования. Нейронные сети.

Математические модели экономики. Функция полезности. Кривые безразличия. Функции спроса и предложения. Равновесная цена. Эластичность функции и ее свойства. Применение эластичности в экономике. Эластичность спроса по цене (ценовая эластичность спроса). Эластичность спроса по доходу потребителя. Перекрестная эластичность спроса по цене. Задача потребительского выбора. Уравнение Слуцкого. Кривые «доход – потребление» и «цена – потребление». Товары Гиффена. Производственные модели. Производственные функции. Функция Кобба-Дугласа. Предельная капиталоотдача и предельная производительность труда. Изокванты и изоклинали. Предельная норма замены труда капиталом. Поведение фирмы в условиях совершенной и несовершенной конкуренции. Оптимальные объем выпуска (спрос) и цена продукции. Общие модели экономики и управления. Общие модели развития экономики. Модель макроэкономической динамики с непрерывным временем Харрода-Домара. Модель Солоу. Коэффициент капиталоемкости прироста дохода. Золотое правило.

Раздел 3. Межотраслевой баланс и структура цен в экономике

Балансовый метод. Статистическая таблица «затраты-выпуск». Модели межотраслевого баланса. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики. Соотношения баланса. Матрицы прямых и полных затрат, вектора валового выпуска и конечного продукта. Экономические приложения модели межотраслевого баланса. Коэффициенты прямых и полных затрат, их экономический смысл. Система цен в модели межотраслевого баланса.

Раздел 4. Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования

Принцип оптимальности в планировании и управлении. Формы записи задачи линейного программирования и их интерпретация. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования, графический метод решения задач линейного программирования с двумя переменными. Симплексный метод. Отыскание опорного решения. Экономические приложения линейного программирования: основная задача народнохозяйственного планирования по Л.В. Канторовичу, основная задача производственного планирования.

Раздел 5. Экономико-математические модели, сводимые к транспортной задаче



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

Формулировка и варианты постановки транспортной задачи. Использование транспортной задачи для планирования рынка сбыта продукции с учётом различий издержек производства в подразделениях (филиалах) и транспортных затрат.

Раздел 6. Динамическое программирование и его применение в менеджменте

Постановка и графическое представление задачи динамического программирования. Понятие критического пути. Принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм решения задачи динамического программирования. Экономические приложения динамического программирования.

Раздел 7. Постановка задачи нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера

Формулировка общей задачи математического программирования. Классификация задач нелинейного программирования. Понятие о функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера для общей и выпуклой задач математического программирования. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа в оптимуме задачи математического программирования. Функциональная матрица задачи математического программирования в точке оптимума и её свойства.

Раздел 8. Экономические приложения нелинейного программирования: числовые модели

Градиентные методы численного решения задач выпуклого программирования. Программное обеспечение выпуклого программирования. Линеаризация задач выпуклого программирования. Сепарабельное программирование и его применение для приближённого решения невыпуклых задач математического программирования. Практические приложения числовых моделей нелинейного программирования. Значение нелинейного программирования в моделировании сбыта при конечной эластичности спроса по цене. Анализ компенсационных эффектов при исследовании потребительского спроса. Уравнение Слуцкого.

Раздел 9. Сущность имитационного моделирования экономических процессов

Имитационное моделирование процессов экономической, управленческой, хозяйственной деятельности предприятий: общие положения и основные препятствия. Классификация моделей экономических систем по масштабу систем. Понятие модели, общие свойства модели. Классификация моделей по используемому аппарату их описания. Роль и место имитационного моделирования в исследовании сложных систем. Сущность имитационного моделирования. Понятие эффективности операции с экономической системой, факторы, влияющие на эффективность. Показатели эффективности операции с экономической системой. Критерии эффективности операции с экономической системой. Основы механизма имитации функционирования сложной системы на ЭВМ. Использование имитационного моделирования на этапах проектирования сложных систем. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.

Формализация непрерывных производственных процессов. Особенность моделирования. Моделирование операций и процессов производственной деятельности. Моделирование операций и процессов экономической деятельности. Моделирование операций и процессов хозяйственной экономической деятельности. Моделирование систем поддержки принятия решений. Регрессионные модели в горном и торфяном производстве. Понятие регрессионной



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

модели. Расчет параметров однофакторной регрессионной модели. Оценка степени сопряженности связи, существенности и линейности (нелинейности) связи в регрессионной модели. Многофакторная регрессионная модель.

Раздел 10. Моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах

Элементы теории массового обслуживания. Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. Понятие марковского случайного процесса. Потоки событий. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процесс гибели и размножения. Размеченный граф состояний процесса гибели и размножения. Системы массового обслуживания с отказами. Системы массового обслуживания с ожиданием.

Типовые математические схемы моделей. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Общая классификация СМО.

Классификация экономических моделей по Т. Нейлору. Понятие потока событий, принципы классификации потоков событий. Классификационные признаки СМО. Характеристики качества (параметры моделей очередей) СМО. Компактная запись математических моделей СМО в форме Кендалла-Башарина. СМО М/М/1, расчетные формулы. СМО М/М/п, расчетные формулы. СМО М/Д/1, расчетные формулы. СМО М/Г/1, формула Полячека-Хинчина. Сравнение СМО М/М/п и М/Д/п.

Раздел 11. Метод Монте-Карло при имитационном моделировании экономических процессов

Применение метода Монте-Карло в имитационном моделировании. Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло. Оценка точности метода Монте-Карло при известной дисперсии. Оценка точности метода Монте-Карло при неизвестной дисперсии.

Раздел 12. Имитационное моделирование случайных факторов

Дискретная модель случайной величины, равномерно распределенной на отрезке $[0,1]$. Получение случайной величины, равномерно распределенной на отрезке $[0,1]$. Имитационное моделирование простого события. Имитационное моделирование полной группы несовместных событий. Имитационное моделирование дискретной случайной величины. Метод обратной функции имитационного моделирования непрерывной случайной величины. Имитационное моделирование случайных величин с показательным распределением. Имитационное моделирование случайных величин с равномерным распределением. Имитационное моделирование случайных величин с нормальным распределением. Имитационное моделирование случайных величин с усеченным нормальным распределением. Имитационное моделирование случайных величин с произвольным распределением.

5. Образовательные технологии

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

Учебный процесс по дисциплине «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений» основан на использовании следующих инновационных образовательных технологий:



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

1. Технология проблемного обучения – основные темы курса на лекциях и лабораторных занятиях раскрываются через постановку и последующее разрешение проблемы создания алгоритма решения задачи и ее разрешение.

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

3. Информационно-компьютерные технологии – применяются при выполнении лабораторных работ, самостоятельной внеаудиторной подготовке.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1

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

Представлено в приложении 2

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Кундышева Е. С. Математические методы и модели в экономике: учебник: учебное пособие / Кундышева Е. С.; Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 286 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN: 978-5-394-02488-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=450755&sr=1

2. Шапкин А. С., Шапкин В. А. Математические методы и модели исследования операций: учебник: учебное пособие / Шапкин А. С., Шапкин В. А. Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017 - 398 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN: 978-5-394-02736-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=452649&sr=1

Дополнительная литература

1. Уткин В. Б. Эконометрика: учебник: учебное пособие / Уткин В. Б. Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017 - 562 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN: 978-5-394-02145-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=452991&sr=1

2. Федосеев В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие / Федосеев В. В. Москва: Юнити-Дана, 2015 - 302 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN: 5-238-00819-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=114535&sr=1

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Общероссийский математический портал. Информационная система Math-Net.Ru — это общероссийский математический портал, предоставляющий российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России. Exponenta.ru

2. Образовательный математический сайт. Представляет собой единое пространство для всех, кто использует и хочет использовать математические пакеты в образовательной и научной деятельности. Обзор отличительных свойств и опыта использования свободных библиотек структур данных и математических библиотек.

3. Exponenta.ru - Часть 1. Часть 2. Приведены сведения о составе библиотек, их назначении (геометрия, матрицы и векторы, линейная алгебра, и т. д.), реализованных математических функциях (аппроксимация, интерполяция, численное интегрирование и т. п.).



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

Автор обзора делится богатым опытом использования таких библиотек, перечисляет их плюсы и минусы, что позволит сделать обоснованный выбор той или иной библиотеки. Обзор дополнен частью 3, содержащей сведения об аналогичных закрытых и платных библиотеках.

4. Математика на рабочей станции UNIX. Представляет собой обзор математических ресурсов: пакеты ПО различного назначения (числовые калькуляторы, пакеты символьной математики); образовательные ресурсы; коммерческое ПО; ПО с открытым кодом и свободное ПО.

5. Научные вычисления: архитектуры, форматы, инструментарий. Рассмотрены инструментальные средства, пригодные к освоению в реальные сроки и с реальными затратами "научного" назначения. Представлен ряд идей, не то чтобы доминирующих в мире научного ПО, но привлекательных "прозрачностью" и простотой. Все программы, которым уделено внимание, легальны, бесплатны, доступны с исходными текстами и весьма не критичны к платформе.

6. Московский центр непрерывного математического образования ставит своей целью сохранение и развитие традиций математического образования, поддержку различных форм внеклассной работы со школьниками (кружков, олимпиад, турниров и т.д.), методическую помощь руководителям кружков и преподавателям классов с углубленным изучением математики, поддержку программ в области преподавания математики в высшей школе и аспирантуре, научной работы.

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

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

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

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

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.



Основная профессиональная образовательная программа
09.04.03 Прикладная информатика
(Прикладная информатика в аналитической экономике)

Автор рабочей программы дисциплины: к.х.н, доцент Очеретовый А.С.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Информационных технологий в экономике и организации производства (ИТЭиОП) « 1 » 09 2016 г., протокол № 1

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 1 от « 1 » 09 2017 года
Согласовано:
Руководитель ОП (подпись) Данилова С.В.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 9 от « 14 » 05 2018 года
Согласовано:
Руководитель ОП (подпись) Данилова С.В.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 1 от « 2 » 09 2019 года
Согласовано:
Руководитель ОП (подпись) Данилова С.В.