

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г.Баханович

Регистрационный № _____

СПЕЦИАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

7-06-0612-02 Информатика и технологии программирования

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А.Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н.Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

Эксперт-нормоконтролер

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.А.Ефремов, заведующий кафедрой экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат экономических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра автоматизированных систем управления производством учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 7 от 29.01.2025);

Н.В.Шалькевич, директор общества с ограниченной ответственностью «Трисофт»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 8 от 27.01.2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 21.02.2025);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 6 от 07.02.2025)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Специальная математическая подготовка» разработана для обучающихся по специальности 7-06-0612-02 «Информатика и технологии программирования» в соответствии с требованиями образовательного стандарта углубленного высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

В настоящее время крайне актуальной для всех областей жизнедеятельности общества является необходимость грамотной обработки больших массивов информации. Для реализации связанных с этих задач квалифицированный специалист обязан владеть набором современных математических методов и моделей, а также соответствующим программным обеспечением.

Полученные в рамках изучения дисциплины знания позволят магистрантам анализировать тенденции развития процессов в различных предметных областях, осуществлять поддержку принятия решений, строить модели систем и оптимизировать их функционирование, что и определяет место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Специальная математическая подготовка» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: приобретение знаний и навыков, позволяющих эффективно решать прикладные задачи из различных профессиональных областей с использованием специальных математических методов и моделей, а также соответствующего инструментального обеспечения.

Задачи учебной дисциплины:
приобретение знаний о специальных математических методах;

освоение навыков работы с современным программным обеспечением, предназначенным для создания и численной реализации прикладных математических моделей;

овладение современными методами и инструментами эконометрического моделирования;

овладение продвинутыми методами исследования операций, методами построения динамических моделей, математическим аппаратом моделирования марковских процессов.

Базовыми для учебной дисциплины «Специальная математическая подготовка» являются знания, полученные при освоении содержания образовательных программ по специальностям общего высшего образования. В свою очередь учебная дисциплина «Специальная математическая подготовка» является базой для таких учебных дисциплин компонента учреждения образования, как «Системы компьютерной алгебры», «Модели и методы теории расписаний».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Специальная математическая подготовка» формируются следующие компетенции:

универсальная: применять методы научного познания в исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

углубленная профессиональная: разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов, строить математические модели для прикладных задач, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений, выбирать критерий оптимизации проектных решений.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

классификацию специальных математических методов и моделей;
основные принципы построения прикладных математических моделей;
синтаксис языков, используемых в пакетах GAMS, DEAP, Pyomo;

уметь:

использовать современные фреймворки и пакеты прикладных программ для решения оптимизационных задач большой размерности;

строить динамические модели процессов из различных предметных областей;
применять цепи Маркова для анализа функционирования различных систем;
применять методологию анализа оболочки данных для оценки сравнительной эффективности функционирования объектов;

использовать пакеты STATISTICA и Eviews для автоматизации эконометрических расчетов;

иметь навык:

работы с методами эконометрического анализа данных;
применения продвинутых методов исследования операций;
экспертных оценок.

Примерная учебная программа рассчитана на 216 учебных часов, из них – 80 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 48 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 1. Введение	2	2	-
Тема 2. Корреляционно-регрессионный анализ	14	6	8
Тема 3. Моделирование одномерного временного ряда	8	4	4
Тема 4. Моделирование взаимосвязи временных рядов	6	2	4
Тема 5. Методы и средства решения оптимизационных задач большой размерности	12	4	8
Тема 6. Анализ оболочки данных	6	2	4
Тема 7. Марковские процессы	6	2	4
Тема 8. Продвинутое модели исследования операций	6	2	4
Тема 9. Метод экспертных оценок Саати	6	2	4
Тема 10. Продвинутое модели теории игр	8	4	4
Тема 11. Динамические модели	6	2	4
Итого:	80	32	48

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи изучения курса. Краткий обзор курса. Его роль в компетентностной модели обучающегося. Классификация специальных математических методов и моделей. Области применения и сопряженные технологии, междисциплинарность и прикладное значение.

Тема 2. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Анализ аномальных наблюдений: тест Граббса. Выборочная ковариация, дисперсия. Расчет коэффициента корреляции Пирсона и оценка его статистической значимости.

Классическая линейная модель множественной регрессии. Оценки параметров модели по методу наименьших квадратов и их интерпретация. Условия Гаусса-Маркова. Статистические свойства МНК-оценок.

Анализ вариации зависимой переменной. Коэффициент детерминации. Проверка гипотез о значимости коэффициентов регрессии и адекватности модели. Доверительные интервалы. Ошибки спецификации модели. Прогнозирование в регрессионных моделях.

Фиктивные переменные в регрессионных моделях. Модели с бинарной зависимой переменной.

Типы нелинейных моделей и их линеаризация. Коэффициенты эластичности и полуэластичности, их интерпретация. Выбор наилучшей модели.

Мультиколлинеарность факторов: причины и последствия. Обнаружение мультиколлинеарности и методы ее устранения. Гетероскедастичность: суть, причины, последствия. Методы анализа гетероскедастичности вектора ошибок. Тест Голдфельда-Квандта. Тест Уайта. Метод Глейзера.

Обобщенный МНК. Взвешенный МНК.

Тема 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Анализ аномальных наблюдений: тест Ирвина. Компоненты временного ряда в тренд-сезонной модели. Аналитический вид тренда. Проверка наличия тренда. Моделирование сезонных колебаний. Автокорреляционная функция.

Анализ автокорреляции остатков на основе статистики Дарбина-Уотсона. Тест Чоу.

Обзор адаптивных методов прогнозирования. Сглаживание временных рядов. Метод простой скользящей средней. Модели Брауна, Хольта, Уинтерса. Подбор оптимального значения постоянной сглаживания с помощью инструмента «Поиск решения».

Понятие стационарного временного ряда. Модели авторегрессии, модели скользящего среднего. Смешанные модели авторегрессии и скользящего среднего. Методы построения и тестирования моделей ARMA.

Тема 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Понятие коинтеграции. Спецификация регрессионных моделей с интегрированными переменными. Подход Энгла-Грейнджера. Подход Йохансена. Тест Грейнджера на причинность. Модель частичного приспособления. Модель адаптивных ожиданий. Модель коррекции ошибок. Векторная авторегрессия (VAR).

Тема 5. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Классификация оптимизационных задач. Современные подходы к решению оптимизационных задач большой размерности. Пакет GAMS: обзор возможностей, синтаксис, особенности работы. Обзор солверов. Фреймворк Ruoto как инструмент решения оптимизационных задач большой размерности с использованием технологий глубокого обучения.

Тема 6. АНАЛИЗ ОБОЛОЧКИ ДАННЫХ

Понятие выпуклой оболочки и ее построение. Методология DEA. Использование анализа оболочки данных для оценки сравнительной эффективности функционирования объектов. Определение резервов повышения эффективности.

Тема 7. МАРКОВСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Понятие марковского процесса. Марковский процесс с дискретным и непрерывным временем. Финальные вероятности однородной марковской цепи. Анализ марковских процессов с помощью Z-преобразования. Марковские процессы с доходами. Цепи гибели и размножения. Приложения цепей Маркова.

Тема 8. ПРОДВИНУТЫЕ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Модели управления запасами. Простейшая модель Уилсона. Модель с точкой заказа. Модель с дефицитом. Модель с учетом системы оптовых скидок.

Модели сетевого планирования и управления. Оптимизация проекта по времени, по бюджету, по ресурсам. Многокритериальная оптимизация.

Тема 9. МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК СААТИ

Сравнительный обзор методов экспертных оценок, их преимущества и недостатки. Метод Т.Саати. Матрица парных сравнений. Индекс согласованности. Коэффициент конкордации.

Тема 10. ПРОДВИНУТЫЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ИГР

Биматричные игры. Равновесие по Нэшу. Оптимальность по Парето. Методы решения биматричных игр. Приложения биматричных игр в различных областях знаний. Кооперативные игры. Задачи о дележе. Нахождение ядра Шепли. Определение координат вектора Шепли. Завистливое разрезание торта.

Тема 11. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Понятие динамических моделей и специфика их построения. Приложения динамических моделей к исследованию процессов в различных областях знаний. Модель распространения рекламы. Модель диффузии инноваций. Модель Лоренца городской динамики. Моделирование финансовых пузырей с использованием систем дифференциальных уравнений. Модель Лотки-Вольтерры «хищник-жертва». Модель гонки вооружений. Модель мировой динамики Форрестера.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Ын, А. Теоретический минимум по Big Data : всё, что нужно знать о больших данных / А. Ын, К. Су. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 208 с.
2. Сенько, А. Работа с BigData в облаках : обработка и хранение данных с примерами из Microsoft Azure / А. Сенько. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 448 с.
3. Мэтиз, Э. Изучаем Python : программирование игр, визуализация данных, веб-приложения / Э. Мэтиз. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 496 с.
4. Плас, Д. В. Python для сложных задач : наука о данных и машинное обучение / Д. В. Плас. – Санкт-Петербург : Питер, 2023. – 576 с.
5. Душкин, Р. В. Искусственный интеллект / Р. В. Душкин. – Москва : ДМК Пресс, 2019. – 280 с.
6. Кацов, И. Машинное обучение для бизнеса и маркетинга / И. Кацов. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 511 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

7. Смирнов, В. М. Системы отображения информации. Дискретные индикаторы : учебник для вузов / В. М. Смирнов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 188 с.
8. Фримен, Э. Изучаем программирование на JavaScript / Э. Фримен, Э. Робсон. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 640 с.
9. Силен, Д. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных / Д. Силен, А. Мейсман, М. Али. – Санкт-Петербург : Питер, 2017. – 336 с.
10. Марц, Н. Большие данные : принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени / Н. Марц, Д. Уоррен ; пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2017. – 368 с.
11. Лесковец, Ю. Анализ больших наборов данных / Ю. Лесковец, А. Раджараман, Д. Д. Ульман ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 498 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

выполнение домашних заданий и подготовка к лабораторным работам;
изучение теоретического материала в процессе подготовки к лекциям;
получение консультаций преподавателя по изучаемым вопросам;
подготовка к экзамену.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЩАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 7-06-0612-02 «Информатика и технологии программирования» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Специальная математическая подготовка» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций могут использоваться следующие формы:

решение индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя;

защита лабораторных работ;

контрольная работа;

решение индивидуальных домашних заданий.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;

элементы контролируемого обучения (контрольные опросы, контролируемые домашние задания, контрольные работы), реализуемые на лабораторных (частично на лекционных) занятиях, а также в ходе самостоятельной работы.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Корреляционно-регрессионный анализ.
2. Моделирование одномерного временного ряда.
3. Моделирование взаимосвязи временных рядов.
4. Решение оптимизационных задач в пакете GAMS.
5. Решение оптимизационных задач с использованием фреймворка Pyomo.
6. Реализация анализа оболочки данных в пакете DEAP.
7. Марковские процессы.
8. Продвинутое моделирование исследования операций.
9. Метод экспертных оценок Саати.
10. Продвинутое моделирование теории игр.
11. Динамические модели.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)

1. Среды разработки: Python, Pyomo, GAMS, DEAP.
2. Пакеты прикладных программ: MS Excel, Eviews, STATISTICA.