

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям


О.Г. Прохоренко

«08» июля 2022 г.

Регистрационный № УД – 11263/уч.

ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 09 Компьютерная математика и системный анализ

2022 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 09-2013 и учебных планов: № G31-137/уч. от 30.05.2013, № G31и-238/уч. от 01.04.2020.

СОСТАВИТЕЛИ:

К. Г. Атрохов, старший преподаватель кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета;

Л. Л. Голубева, заведующая кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

М.Н. Василевич, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Д.А. Легушев, инженер по анализу данных и машинному обучению компании Softarex Technologies, Inc.;

Д. Н. Чергинец, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.Л. Мармузевич, технический директор ООО «ИнДата Лабс»;

Н.Б. Яблонская, доцент кафедры общей математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета (протокол № 16 от 25.05.2022);

Научно-методическим советом БГУ (протокол № 6 от 29.06.2022).

Зав. кафедрой дифференциальных уравнений
и системного анализа



Л.Л. Голубева

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Прикладной системный анализ» — формирование у студентов системного взгляда на мир, познание сущности системного анализа как методологии исследования сложных систем и процессов, приобретение знаний и навыков, соответствующих квалификации «системный аналитик».

Образовательная цель: обучение студентов приемам, методам и средствам для организации проектов в области информационных систем, сбора и анализа требований к информационным системам, построения моделей сложных систем и процессов, анализа данных и машинного обучения.

Развивающая цель: приобретение практических навыков использования системного анализа и творческого мышления при оценке возникающих ситуаций и поиске приемлемых решений проблем организационного характера в различных сферах повседневной деятельности человека.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение и обсуждение со студентами основ и принципов системного анализа и системного мышления;
- формирование системного взгляда на мир и понятийного аппарата в области системного анализа;
- получение знаний о бизнес-моделировании, жизненном цикле и методологиях разработки проектов в области информационных технологий;
- формирование знаний по методологии описания, визуализации и документирования информационных систем и бизнес-процессов с помощью языка UML;
- получение представления о методике и особенностях работы системным аналитиком и бизнес-аналитиком в проектах в области информационных технологий;
- формирование теоретических знаний и практических навыков для проведения полного цикла анализа данных с применением машинного обучения.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин (государственный компонент). При изучении дисциплины «Прикладной системный анализ» используются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин «Базы данных», «Web-программирование», «Компьютерная математика». Приобретенные при изучении данной дисциплины компетенции пригодятся студенту при изучении дисциплины «Вейвлет-анализ».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Прикладной системный анализ» должно обеспечить формирование у студентов следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

Академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

- СЛК-1. Владеть качествами гражданственности.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Владеть способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

- ПК-1. Использовать фундаментальные математические знания в качестве основы при проведении прикладных исследований.
- ПК-2. Понять поставленную задачу, оценить ее корректность.
- ПК-3. Доказывать основные утверждения, выделять главные смысловые аспекты в доказательствах.
- ПК-4. Самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения и их анализировать.
- ПК-5. Получать результат на основе анализа, его корректно формулировать, видеть следствия сформулированного результата.
- ПК-6. Передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления;
- ПК-7. Публично представлять собственные и известные научные результаты.
- ПК-8. Преподавать математические дисциплины и информатику в учреждениях образования;

- ПК-9. Применять на практике изученные основы педагогического мастерства;
- ПК-10. Распространять знания из области математики, информатики, их приложений среди различных слоев населения.
- ПК-11. Разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий.
- ПК-12. Развивать и использовать инструментальные средства, информационные среды, автоматизированные системы.
- ПК-13. Разрабатывать и анализировать алгоритмы, протоколы, вычислительные модели и модели данных для реализации функций и сервисов систем информационных технологий.
- ПК-14. Использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов.
- ПК-15. Осваивать и реализовывать управленческие инновации в сфере высоких технологий.
- ПК-16. Руководить выполнением проектных работ.
- ПК-18. Разрабатывать документацию (графики работ, инструкции, планы, заявки, деловые письма и т. п.), а также отчетную документацию по установленным формам.
- ПК-20. Разрабатывать и согласовывать представляемые материалы.
- ПК-21. Оптимизировать управленческие решения.
- ПК-22. Определять цели инноваций и способы их достижения.
- ПК-23. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций.
- ПК-24. Разрабатывать бизнес-планы внедрения инновационных технологий.
- ПК-25. Реализовывать инновационные проекты в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины «Прикладной системный анализ» студент должен

знать:

- основы системного анализа и принципы системного мышления;
- специализированные языки, методологии, нотации, программные средства моделирования процессов и систем;
- стандарты в области информационных технологий;
- основы бизнес-моделирования и жизненного цикла проектов в области информационных технологий;
- популярные архитектуры и методологии разработки информационных систем;
- методы организации командной работы;

- методы описания, визуализации и документирования объектно-ориентированных систем и бизнес-процессов;
- методы сбора требований и анализа предметной области;
- методы анализа данных и машинного обучения;

уметь:

- применять творческое мышление и методы системного анализа при решении технических и бизнес-задач;
- проводить бизнес-моделирование для проектов в области информационных технологий;
- выявлять потребности путем интервьюирования и анкетирования заказчиков, специалистов предметной области и конечных пользователей;
- формировать видение, разрабатывать план развития и проектировать архитектуру информационных систем;
- анализировать и описывать требования к информационным системам и бизнес-процессам;
- строить модели сложных систем и описывать их на языке UML с применением современных средств визуального моделирования;
- разрабатывать варианты реализации бизнес-задач и технических требований;
- решать типовые задачи машинного обучения и самостоятельно разрабатывать алгоритмы для решения подобных задач;
- документировать и представлять отчеты о ходе аналитической работы;
- проводить презентации для заинтересованных сторон;

владеть:

- методикой системного анализа для решения проблем организационного характера в различных сферах повседневной деятельности человека;
- навыками практического использования современных технологий по инициации и проектированию бизнес-проектов, позволяющим эффективно управлять разработкой и сопровождением информационных систем;
- методами и средствами построения моделей сложных систем и бизнес-процессов;
- методами сбора и анализа требований к информационным системам;
- методами и инструментами для проведения полного цикла анализа данных с применением машинного обучения;
- отраслевыми стандартами документирования аналитической деятельности.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина «Прикладной системный анализ» изучается в 3-м, 4-м, 5-м и 6-м семестрах. Форма получения высшего образования очная (дневная).

Всего на изучение учебной дисциплины «Прикладной системный анализ» отводится 450 часов, в том числе 242 аудиторных часа, из них: лекции — 86 часов, лабораторные занятия — 156 часов, управляемая самостоятельная работа — 20 часов. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 12 зачетных единиц.

- 3 семестр – всего 56 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: 18 часов — лекции, 14 часов — лабораторные занятия, 4 часа — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины в семестре составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации — зачет.

- 4 семестр – всего 192 часа, в том числе 102 аудиторных часа, из них: 34 часа — лекции (в том числе – 4 ч/ДО), 60 часов — лабораторные занятия (в том числе – 6 ч/ДО), 8 часов — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины в семестре составляет 5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации — зачет и экзамен.

- 5 семестр – всего 124 часа, в том числе 54 аудиторных часа, из них: 18 часов — лекции, 32 часа — лабораторные занятия, 4 часа — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины в семестре составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации — экзамен.

- 6 семестр – всего 78 часов, в том числе 50 аудиторных часов, из них: 16 часов — лекции, 30 часов — лабораторные занятия, 4 часа — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины в семестре составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в системный анализ

Тема 1.1. Системное мышление

Виды мышления. Таксономия Блума. Критическое мышление. Логическое мышление. Примеры логических ошибок и когнитивных искажений. Прагматическая схема логического мышления. Диалектическое мышление. Основные законы диалектики. ТРИЗ и снятие противоречий. Системное мышление. Инструменты системного мышления и области его применения. Характеристики сильного мышления.

Тема 1.2. Развитие системных исследований

Научная парадигма. Цикл смены парадигм. Сравнение линейной и нелинейной парадигм. Предпосылки возникновения и основные вехи развития системных исследований. Тектология. Общая теория систем. Кибернетика. Системный анализ. Системная динамика. Целеустремленные системы. Синергетика. Теория диссипативных структур. Теория хаоса.

Тема 1.3. Системное решение проблем

Несистемное и системное решение проблем. Ошибки при работе с системами. Эксперименты Дернера. Авария на ЧАЭС. Стейкхолдеры. Построение и ранжирование списка стейкхолдеров. Улучшающее вмешательство. Типы улучшающих вмешательств по Акоффу. Принципы win-win, win-lose и lose-lose.

Тема 1.4. Основные системные понятия

Понятия системы. Определение системы по Тарасенко. Системность и иерархичность мира. Примеры систем и не-систем. Системная холархия. Жизненный цикл системы. Классификация систем. Сложные адаптивные системы.

Тема 1.5. Свойства и характеристики систем

Произвольность выбора системы. Многоаспектность. Вложенность и иерархичность. Целостность и эмерджентность. Сетевидность. Согласованность со внешней средой. Адаптивность. Скачкообразное изменение состояний. Контринтуитивность.

Тема 1.6. Качественное исследование систем

Связи в системах. Циклы обратной связи. Усиливающая обратная связь. Уравновешивающая обратная связь. Задержки и побочные эффекты. Принцип рычага. Каузальные диаграммы (Causal Loop Diagrams). Причинно-следственные диаграммы (Cause-Effect Diagrams). Процедура системного анализа.

Тема 1.7. Системные архетипы

Системные архетипы. Точки воздействия на системы.

Тема 1.8. Системное моделирование

Моделирование систем. Требования к моделям. Парадоксы системного исследователя. Основные подходы и инструменты системного моделирования. Динамические системы. Дискретно-событийное моделирование. Системная динамика. Агентное моделирование. Мировая динамика Форрестера и модель WORLD3.

Тема 1.9. Шаблоны поведения динамических систем

Типовые шаблоны поведения динамических систем. Экспоненциальный рост. Поиск цели. Осцилляция. S-образный рост. Рост и осцилляция. Рост и упадок.

Раздел 2. Визуальное моделирование сложных систем с применением UML

Тема 2.1. Современные технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования сложных систем

Концепции объектно-ориентированного анализа и проектирования. Краткая характеристика основных подходов к разработке моделей информационных систем, бизнес-систем и бизнес-процессов. Основные этапы развития языка UML. Общая характеристика моделей объектно-ориентированного анализа и проектирования. Практические особенности процесса объектно-ориентированного моделирования и разработки сложных систем с использованием современных CASE-средств. Основные принципы и этапы моделирования сложных систем согласно RUP (Rational Unified Process). Инструменты UML-моделирования. Определение системы. Статические, динамические и синтетические свойства системы.

Тема 2.2. Концептуальная модель и диаграммы вариантов использования

Логические и физические модели. Статические и динамические модели. Канонические диаграммы языка UML и особенности их графического представления. Структурные и поведенческие диаграммы. Диаграмма вариантов использования как концептуальное представление информационной или бизнес-системы в процессе ее разработки. Особенности графического изображения вариантов использования и актеров. Основные отношения между графическими элементами, их стереотипы. Понятия бизнес-актера, сотрудника и варианта использования.

Тема 2.3. Спецификация требований. Сценарии

Классификация требований, их спецификация в форме диаграмм вариантов использования. Сценарии вариантов использования, их графическая интерпретация. Применение шаблонов сценариев при разработке диаграмм вариантов использования.

Тема 2.4. Диаграммы классов

Графическое изображение класса, его атрибутов и операций. Конкретные и абстрактные классы. Видимость и кратность атрибутов и операций. Расширение языка UML для построения моделей программного обеспечения и бизнес-систем. Интерфейсы и варианты их графического обозначения. Отношение ассоциации, варианты его графического изображения. Отношение обобщения классов. Наследование атрибутов и операций классов. Отношения агрегации и композиции, их семантические особенности.

Тема 2.5. Диаграммы кооперации

Диаграммы взаимодействия. Назначение диаграммы кооперации. Уровни кооперации. Объекты, их имена и графическое изображение. Активные и пассивные объекты, их графическое изображение. Мультиобъекты и составные объекты. Графическое изображение связей, посылаемых и принимаемых сообщений между объектами. Формат и синтаксис записи сообщений. Стереотипы сообщений.

Тема 2.6. Диаграммы последовательности

Назначение диаграммы последовательности. Объекты, их графическое представление. Линия жизни и фокус управления. Особенности изображения моментов создания и уничтожения объектов. Разновидности сообщений на диаграмме последовательности. Рефлексивные сообщения и рекурсивный фокус управления. Ветвление потока управления и сторожевые условия их выполнения. Временные диаграммы.

Тема 2.7. Диаграммы состояний

Назначение диаграммы состояний. Понятие конечного автомата. Описание реакции объекта на асинхронные внешние события в форме диаграммы состояния. Состояние, графическое представление. Понятие составного состояния и подсостояния. Последовательные и параллельные состояния. Псевдосостояния. Внутренние действия состояния и ду-деятельность. Переход, сигнатура перехода. Триггерные и нетриггерные переходы. Конфликт переходов, сторожевые условия переходов. Действия, виды и типы действий. События и их спецификация на диаграммах состояний. Понятие составного состояния и подсостояния. Особенности моделирования параллельного поведения объектов в форме диаграмм состояний. Глубокие и неглубокие исторические состояния, особенности их использования. Синхронизация параллельных подсостояний.

Тема 2.8. Диаграммы деятельности

Назначение диаграммы деятельности и особенности ее построения. Потoki управления и потоки данных. Понятие действия и деятельности. Узлы управления. Ветвление и распараллеливание процессов на диаграмме деятельности. Особенности изображения объектов на диаграмме деятельности. Дорожки. Использование диаграмм деятельности для описания моделей бизнес-процессов.

Раздел 3. Основы бизнес-анализа

Тема 3.1. Введение в ИТ-бизнес

Понятие бизнес-анализа. Место бизнес-анализа в проектах в области информационных технологий (ИТ). Виды ИТ-компаний и предоставляемых ими услуг. Бизнес-модели ИТ-компаний. Жизненный цикл ИТ-проекта и ИТ-продукта. Разработка программного обеспечения (ПО) в мире и Беларуси.

Тема 3.2. Жизненный цикл и методологии разработки ПО

Программное обеспечение (ПО) и его виды. Жизненный цикл разработки ПО. Команда разработки. Роли продуктового менеджера и бизнес-аналитика. Методологии разработки. Водопадная разработка и Agile. Метод управления проектами Scrum и его вариации. Основные причины неудач ИТ-проектов.

Тема 3.3. Роль продуктового менеджера

Роль продуктового менеджера (Product Manager). Исследование рынка. Выделение сегментов пользователей и их потребностей. Метод развития клиентов (Customer Development). Метод Jobs to be Done (JTBD). Тестирование рискованных предположений (RAT, Riskiest Assumption Test). Создание минимального жизнеспособного продукта (MVP, Minimum Viable Product). Концепция соответствия продукта рынку (Product/Market Fit). Приоритезация списка задач и управление им. Продуктовые гипотезы и HADI-цикл.

Тема 3.4. Роли системного аналитика, бизнес-аналитика и аналитика требований

Роли системного аналитика (Systems Analyst), бизнес-аналитика (Business Analyst) и аналитика требований (Requirements Analyst). Предпроектная и проектная активности. Заинтересованные лица (стейкхолдеры) и работа с ними. Взаимодействие с командой разработки. Жизненный цикл требований к ПО. Артефакты и инструменты аналитической работы. Техническое задание и работа без него.

Тема 3.5. Выявление и анализ требований

Потребности заинтересованных лиц. Виды и характеристики требований. Пользовательские сценарии и варианты использования (Use Cases). Пользовательские истории (User Stories). Выявление и сбор требований. Быстрое погружение в предметную область проекта (Domain). Интервью и другие виды коммуникации. Анализ и приоритезация требований.

Тема 3.6. Документирование требований и управление ими

Документирование и хранение требований. Виды документов требований. Документ об образах и границах проекта (Vision Document). Документ с требованиями к продукту (PRD, Product Requirements Document). Спецификация требований (SRS, Software Requirements Specification). Документация по ГОСТ. Верификация и валидация требований. Основные параметры качества требований. Управление требованиями.

Тема 3.7. Проектирование пользовательского интерфейса

Опыт взаимодействия (UX, User Experience) и удобство использования (Usability). Дизайн-мышление (Design Thinking). Проектирование пользовательского интерфейса (User Interface). Составление карты пути пользователя (Customer Journey Map). Виды прототипов пользовательского интерфейса и инструменты для их создания.

Тема 3.8. Моделирование бизнес-процессов

Процессный подход и понятие бизнес-процесса. Уровни зрелости CMMI. Методы выделения и анализа бизнес-процессов. Основные нотации для описания бизнес-процессов (диаграмма активности UML, IDEF0, EPC, BPMN). Визуальное моделирование требований.

Раздел 4. Введение в машинное обучение

Тема 4.1. Введение в основные понятия машинного обучения

Понятие машинного обучения. Виды и типы задач. Таксономия. Data science. Современное состояние машинного обучения. Примеры задач.

Тема 4.2. Предобработка данных. Задача классификации и регрессии. Метрики качества моделей.

Типы данных. Виды признаков. Нормализация. Способы очистки данных. Понятия тренировочной, валидационной и тестовой выборок. Обучение с учителем и обучение без учителя. Суть задач классификации и регрессии. Алгоритмы для решения задачи классификации и регрессии. Переобучение и недообучение. Методика оценки качества и метрики качества моделей. Кросс-валидация. Методики улучшения качества моделей.

Тема 4.3. Задача кластеризации. Работа с признаками.

Обучение без учителя. Кластеризация. Основные положения. Типы кластерных структур. Статистика Хопкинса. Аномалии в данных. Основные алгоритмы кластеризации: k-means, иерархическая кластеризация, DBSCAN, GMM. Оценка качества моделей. Проклятие размерности. Выделение признаков. Задача понижения размерности: PCA, t-SNE.

Тема 4.4. Введение в нейронные сети

Понятие нейронной сети (НС). Биологическая и математическая модель нейрона. Глубокое обучение. Однослойная и многослойная модель НС. Полносвязный слой. Функции активации. Метод обратного распространения ошибки. Градиентный спуск. Функции потерь. Виды регуляризаций. Основные положения при построении модели НС. Современные фреймворки для работы с НС. Фреймворк Keras.

Тема 4.5. Введение в компьютерное зрение

Основные положения при работе с изображениями. Свёрточный слой. Свёрточная архитектура. Карты активации. Stride и padding. Слой пуллинга. Батч-нормализация. Аугментация. Transfer learning. Основные архитектуры свёрточных нейронных сетей. Детекция. Семантическая сегментация. Сегментация конкретного объекта. Pose estimation.

Тема 4.6. Введение в задачи обработки естественного языка

Особенности обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Ключевые методы предобработки текстовой информации. Типичные задачи в NLP. Дистрибутивная семантика и векторные представления слов. Тематическое моделирование. Обзор современных тенденций в NLP. Пакеты для обработки текстовой информации на языке Python.

Тема 4.7. Временные ряды. Детекция аномалий.

Основные положения при работе с временными рядами. Автокорреляции и частичная автокорреляция. Понятия тренда и сезонности. Стационарные и нестационарные временные ряды. Наивные модели: модель экспоненциального сглаживания, модель Холта-Винтерса и модель тройного экспоненциального сглаживания. SARIMA. Рекуррентный слой. Понятие ячейки памяти. Основные задачи. Основные архитектуры рекуррентных нейронных сетей. Методы оценки качества моделей прогнозирования временных рядов. Изолированные леса. Статистические методы выделения аномалий.

Тема 4.8. Рекомендательные системы

Суть задачи построения рекомендательных систем. Простейшие и стереотипные рекомендации. Рекомендации на основе контента. Рекомендации на основе пользователя. Коллаборативная фильтрация. Матричные разложения. Нейросетевые подходы в рекомендательных системах. Методы SVD и ALS. Оценка качества в рекомендательных системах. A/B-тестирование. Проблема холодного старта.

Раздел 5. Анализ данных

Тема 5.1. Введение в анализ данных

Данные и информация. Информационное обогащение данных. Информация для принятия решений. Полезность информации. Извлечение информации из данных. Интерполяция, регрессия, экстраполяция. Информация для прогноза данных.

Тема 5.2. Задачи анализа данных

Анализ данных в стационарных и нестационарных условиях (эволюционирующие системы). Задача анализа функциональных данных. Задача анализа временных данных. Задача классификации данных. Представление данных (нейронные сети, карты Кохонена). Задача распознавания образов.

Тема 5.3. Анализ функциональных данных. Анализ временных рядов

Линейная регрессия и метод наименьших квадратов. Сведение к задаче оптимизации. Функция потерь (loss function). Алгоритм градиентного спуска. Графическая реализация задачи линейной регрессии. Полиномиальная регрессия. Выбор функции потерь, параметризованного класса модели и способа оптимизации. Задачи анализа, регрессии, прогноза временных рядов. Линейная аппроксимация. Метод Надарая-Ватсона. Метод Хольта. Прогнозирование временных рядов: стационарных, трендовых, сезонных. Оценка качества метода. Наведенная случайность.

Тема 5.4. Задача классификации данных

Постановка задачи классификации. Классификация данных с учителем и без учителя. Простейшие алгоритмы классификации: дерево решений, метод ближайших соседей. Метод снижения размерности. Автокодировщики (приведение многомерного вектора к меньшей размерности и его восстановление). Нормирование данных.

Тема 5.5 Представление данных

Представление данных. Визуализация большого количества многомерных данных. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Реализация алгоритма. Наглядность карт Кохонена.

Тема 5.6. Общие понятия и схема алгоритмов оптимизации

Понятие фитнес-функции, агента. Общая схема алгоритмов. Инициализация популяции. Миграция агентов популяции. Завершение поиска. Алгоритм роевой оптимизации (PSO). Проведение исследования для задачи безусловной оптимизации и тестовых целевых функций Розенброка, Экли, Швифеля.

Тема 5.7. Применение эволюционных алгоритмов

Алгоритм роя частиц:

- Задачи оптимизации функций многих параметров, форм, размеров и топологий;
- Область проектирования;
- Биоинженерия, биомеханика, биохимия.

Муравьиный алгоритм:

- Расчеты компьютерных и телекоммуникационных сетей;
- Задача коммивояжера;
- Задача раскраски графа;
- Задача оптимизации сетевых трафиков.

Алгоритм пчелиной колонии:

- Оптимизация управления;
- Оптимизация классификаторов.

Практические задачи. Эксперименты на реальных данных и модельных данных.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧ-ЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

дневной формы получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение в системный анализ	18			14		4	
1.1	Системное мышление	2						Устный опрос.
1.2	Развитие системных исследований	2						Устный опрос.
1.3	Системное решение проблем	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе.
1.4	Основные системные понятия	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе.
1.5	Свойства и характеристики систем	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе. Контрольная работа.
1.6	Качественное исследование систем	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе.
1.7	Системные архетипы	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе.
1.8	Системное моделирование	2			2		4	Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой.
1.9	Шаблоны поведения динамических систем	2			2			Письменный отчет по лабораторной работе. Контрольная работа.

2.	Визуальное моделирование сложных систем с применением UML	18			30	4	
2.1	Современные технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования сложных систем	2			2	4	Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой.
2.2	Концептуальная модель и диаграммы вариантов использования	2			4		Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой.
2.3	Спецификация требований. Сценарии	2(ДО)			2+ 2(ДО)		Контрольный опрос. Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой.
2.4	Диаграммы классов	2			4		Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой. Контрольная работа.
2.5	Диаграммы кооперации	4			2+ 2(ДО)		Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой.
2.6	Диаграммы последовательности	2(ДО)			4		Контрольный опрос. Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой.
2.7	Диаграммы состояний	2			4		Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой.
2.8	Диаграммы деятельности	2			2+ 2(ДО)		Письменный отчет по лабораторной работе и по индивидуальному проекту с их устной защитой. Контрольная работа.

3.	Основы бизнес-анализа	16			30		4	
3.1	Введение в ИТ-бизнес	2			2			Устный опрос.
3.2	Жизненный цикл и методологии разработки ПО	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
3.3	Роль продуктового менеджера	2			4		4	Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой.
3.4	Роли системного аналитика, бизнес-аналитика и аналитика требований	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе. Контрольная работа.
3.5	Выявление и анализ требований	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
3.6	Документирование требований и управление ими	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
3.7	Проектирование пользовательского интерфейса	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
3.8	Моделирование бизнес-процессов	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе. Контрольная работа.
4.	Введение в машинное обучение	18			32		4	
4.1	Введение в основные понятия машинного обучения	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.2	Предобработка данных. Задача классификации и регрессии. Метрики качества моделей.	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.3	Задача кластеризации. Работа с признаками.	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.4	Введение в нейронные сети	2			5			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.5	Введение в компьютерное зрение	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.6	Введение в задачи обработки естественного языка	4			5			Письменный отчет по лабораторной работе.
4.7	Временные ряды. Детекция аномалий.	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.

4.8	Рекомендательные системы	2			2		4	Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой. Контрольная работа.
5.	Анализ данных	16			30		4	
5.1	Введение в анализ данных	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
5.2	Задачи анализа данных	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
5.3	Анализ функциональных данных. Анализ временных рядов	4			6			Письменный отчет по лабораторной работе.
5.4	Задача классификации данных	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе. Контрольная работа.
5.5	Представление данных	2			4		4	Письменный отчет по лабораторной работе. Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой
5.6	Общие понятия и схема алгоритмов оптимизации	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе.
5.7	Применение эволюционных алгоритмов	2			4			Письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой. Контрольная работа.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Васильев, Ю. Обработка естественного языка. Python и SpaCy на практике / Юлий Васильев; [пер. с англ. И. Пальти]. - Санкт-Петербург; Москва; Минск: Питер, 2021.
2. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся по ИТ и математическим направлениям / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. - Москва: Юрайт, 2022.
3. Головатая, Е.А. Нейросетевые технологии в обработке и защите данных: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по направлению специальности "Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства) / Е. А. Головатая, А. В. Курочкин ; БГУ. - Минск: БГУ, 2021.
4. Дюк, В. А. Логический анализ данных : учебное пособие / В. А. Дюк. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126935>.
5. Николенко, С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С. Николенко, А. Кадурич, Е. Архангельская. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2020.
6. Труш, Н. Н. Введение в компьютерный и интеллектуальный анализ данных: учебные материалы для студентов специальностей 1-31 03 05 "Актуарная математика", 1-98 01 01 "Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)", 1-31 03 06-01 "Экономическая кибернетика (математические методы и компьютерное моделирование в экономике)" / Н. Н. Труш ; БГУ, Факультет прикладной математики и информатики, Кафедра теории вероятностей и математической статистики. - Минск: БГУ, 2022. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/277034>.
7. Уатт, Д. Машинное обучение: основы, алгоритмы и практика применения / Джереми Уатт, Реза Борхани, Аггелос Катсаггелос; [пер. с англ. Андрея Логунова]. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022
8. Ховард, Д. Глубокое обучение с fastai и PyTorch. Минимум формул, минимум кода, максимум эффективности / Дж. Ховард, С. Гуттер; [пер. с англ. Д. Брайт]. - Санкт-Петербург; Москва; Минск: Питер, 2022.

Перечень дополнительной литературы

1. Adzic G. Specification by example. How successful teams deliver the right software — Manning, 2011.
2. Бринк Х. Машинное обучение = Real-World Machine Learning / Хенрик Бринк, Джозеф Ричардс, Марк Феверолф ; [пер. с англ. И. Рузмайкиной]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018.

3. Воронцов, К.В. Машинное обучение. Курс лекций. <http://www.machinelearning.ru>
4. Daumé, H. A course in Machine Learning. http://ciml.info/dl/v0_9/cimlv0_9-all.pdf
5. Ковалева М.А., Волошин С.Б. Анализ данных. Учебное пособие – М.: Мир науки, 2019 – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/32MNNPU19.pdf>
6. Мизгулин В. Системный инженер. Как начать карьеру в новом технологическом укладе — Ridero, 2018.
7. Нисбетт Р. Мозгоускорители. Как научиться эффективно мыслить, используя приемы из разных наук / Пер. с англ. — Альпина Паблишер, 2016.
8. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления / Пер. с англ. — Альпина Бизнес Букс, 2006.
9. Паттон Дж. Пользовательские истории. Искусство гибкой разработки ПО / Пер. с англ. — Питер, 2017.
10. Плас Д. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение = Python Data Science Handbook. Essential Tools for Working with Data / Дж. Вандер Плас ; [пер. с англ. И. Пальти]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020.
11. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах . – М.: ДМК Пресс, 2015 – 400 с.
12. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python = Deep Learning with Python / Франсуа Шолле ; [пер. с англ. А. Киселева]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018.

Рекомендуемое учебно-лабораторное оборудование

Для проведения занятий требуются следующее программное обеспечение: операционные системы Microsoft Windows или MacOS, офисные пакеты Microsoft Office или Google Docs, прикладные пакеты IBM Rational Rose, Sparx Systems Enterprise Architect, StarUML, Balsamiq, Python-дистрибутив Anaconda, сервис для управления проектом Trello.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Оценка текущего контроля знаний студента по дисциплине «Прикладной системный анализ» формируется в результате регулярной и систематической проверки знаний студентов во время занятий и по итогам их самостоятельной работы. Текущий контроль знаний проходит в форме опроса на лекциях и лабораторных занятиях, во время устной защиты отчета по лабораторным работам, выполняемым в учебной лаборатории и самостоятельно вне аудитории, контрольных опросов и контрольных работ,

отчетов по заданиям УСР. Задания к лабораторным, контрольным работам и УСР составляются согласно содержанию учебного материала. Во время самостоятельной работы студент выполняет задания, полученные на лабораторных занятиях, а также изучает рекомендуемую литературу. При защите лабораторных работ оценивается полнота ответа, аргументация выбранных решений, последовательность и оригинальность изложения материала, оригинальность кода, корректность оформления, самостоятельность выполнения заданий. Для совершенствования способностей учиться самостоятельно студентам могут выдаваться темы докладов, с которыми они выступают на занятиях.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Прикладной системный анализ» учебным планом предусмотрен экзамен в четвертом и пятом семестрах, зачет в третьем, четвертом и шестом семестрах.

Экзамен по дисциплине проходит в устной форме.

Зачет по дисциплине проходит в форме устной защиты отчетов по лабораторным работам. Если студент успешно, не менее чем на «четыре» написал все контрольные работы, то допускается получение зачета без проведения дополнительного опроса.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость в четвертом семестре:

- опросы на лекциях и лабораторных занятиях, отчеты по лабораторным работам — 30 %;
- отчеты по индивидуальным проектам — 70 %.

Формирование отметки за текущую успеваемость в пятом семестре:

- отчеты по лабораторным работам и индивидуальному проекту — 60%;
- опросы на лекциях и лабораторных занятиях, контрольные работы — 40%.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной отметки – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.8. Системное моделирование (4 часа)

Проведите системный анализ выбранной вами проблемной ситуации по заданной схеме.

1. Формулировка проблемы
 - 1.1. Уяснение сути проблемы
 - 1.2. Выявление целей
 - 1.3. Анализ стейкхолдеров
 - 1.4. Описание проблемы
2. Выработка решения
 - 2.1. Выявление возможных точек воздействия
 - 2.2. Генерация альтернативных решений
 - 2.3. Выбор лучшего решения
 - 2.4. Описание внедрения решения

Задания выполняются на основе методических указаний к лабораторной работе. Форма контроля – письменный отчет по индивидуальному проекту с устной защитой.

Тема 2.1. Современные технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования сложных систем (4 часа)

Задание 1. Выберите и установите на компьютерах по два программных инструмента моделирования, которые поддерживают UML; обоснуйте свой выбор.

Задание 2. Выберите индивидуальный проект (ИП) для работы в течение семестра.

Задание 3. Создайте команду из двух-трех студентов для работы над ИП.

Задание 4. Разработайте технические требования к ИП.

Задание 5. Создайте презентацию и представьте ИП в учебной группе.

Задания выполняются на основе методических указаний к лабораторной работе. Форма контроля — письменный отчет по индивидуальному проекту (документ с техническими требованиями, презентация в электронном виде) с устной защитой.

Тема 3.3. Роль продуктового менеджера (4 часа)

Проведите мини-цикл по формированию видения будущего продукта, а именно:

1. Сгенерируйте несколько идей
2. В первоначальном приближении исследуйте существующие предложения на рынке
3. Выделите основные сегменты пользователей
4. Сформулируйте основные гипотезы о потребностях пользователей и возможностях продукта
5. Проведите несколько пользовательских интервью для подтверждения или опровержения своих гипотез
6. Сформируйте набор возможностей для MVP

Задания выполняются на основе методических указаний к лабораторной работе. Форма контроля – письменный отчет по индивидуальному проекту (презентация в электронном виде) с устной защитой.

Тема 4.8. Рекомендательные системы (4 часа)

Придумайте задачу, которую можно (и нужно) решать с помощью машинного обучения. Обоснуйте свой выбор: почему эта задача стоит решения и почему для ее решения нужно машинное обучение. Формализуйте задачу, т. е. отнесите ее к конкретной области машинного обучения и определите ее тип (классификация/регрессия/кластеризация). Спланируйте получение данных для обучения. Поработайте с признаками и с порядком их предобработки. Подберите подходящий список алгоритмов и метрик качества. Обозначьте проблемные моменты, в которых наибольший шанс допустить ошибки в реализации. Подумайте над схемой работы предложенного решения в реальных условиях. Предоставьте итог работы в виде презентации.

Второй вариант УСР — решение группой подготовленной преподавателем задачи на классификацию или регрессию в режиме соревнования «кто лучше». Студенты могут объединяться в команды по два человека. Задача предполагает применение навыков из большинства тем курса.

Задания выполняются на основе методических указаний к лабораторной работе. Форма контроля – письменный отчет по индивидуальному проекту (презентация в электронном виде) с устной защитой.

Тема 5.5 Представление данных (4 часа)

Рассмотреть техническое устройство (динамическую систему) описываемое в каждый момент времени n -мерным вектором его параметров. Получить эмуляцию некоторых режимов работы устройства. Построить карту Кохенена. В каждый момент времени пересчитать местоположение нашей системы на карте. Показать дрейф динамической системы в зеленую и красную зоны. Научиться управлять процессом. Получить наглядную динамику.

Задания выполняются на основе методических указаний к лабораторной работе. Форма контроля – письменный отчет по индивидуальному проекту (презентация в электронном виде) с устной защитой.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *эвристический подход*, который предполагает демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания через решения практических задач.

При организации образовательного процесса **используются методы и приемы развития критического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендовано разместить на образовательном портале или сайте кафедры учебно-методические материалы: курсы лекций и лабораторные практикумы, методические указания к лабораторным занятиям, вопросы для подготовки к зачету и экзамену, перечень рекомендуемой литературы, информационные ресурсы.

Самостоятельная работа студента включает в себя работу с учебной литературой по заданным разделам дисциплины, поиск в Интернете новейшей учебной и научной информации в указанных областях знаний и знакомство с ней, а также выполнение задач, поставленных на занятиях.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Вейвлет-анализ	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 16 от 25.05.2022)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
на 2022 / 2023 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 200__ г.)
(название кафедры)

Заведующая кафедрой
кандидат физ.-мат. наук, доцент _____
(ученая степень, ученое звание) (подпись)

Л.Л. Голубева
(И. О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
доктор физ.-мат. наук, доцент _____
(ученая степень, ученое звание) (подпись)

С. М. Босяков
(И. О.Фамилия)