

Приложение № 1
к приказу ректора
АНО ВО «Центральный университет»
от «15» августа 2024 г. № 0815.21

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Центральный университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор АНО ВО «Центральный
университет»

Е.В. Ивашкевич

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА –
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ»**

Трудоемкость обучения: 112 ак. часов

Москва

2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Общие положения

Настоящая дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации «Прогнозирование временных рядов» (далее – программа повышения квалификации) разработана на основании Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Минобрнауки России от 01 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и приказа Минобрнауки России от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

Программа повышения квалификации реализуется в Автономной некоммерческой организации высшего образования «Центральный университет» (далее – АНО ВО «Центральный университет»).

Разработчик программы: Платонов Евгений Николаевич, преподаватель АНО ВО «Центральный университет».

Программа повышения квалификации разработана в инициативном порядке.

Программа реализуется на русском языке.

1.2. Цель реализации программы

Программа повышения квалификации нацелена на совершенствование и (или) получение слушателем новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня знаний в рамках имеющейся у слушателя квалификации в сфере анализа и прогнозирования временных рядов с использованием статистических моделей, методов машинного обучения и нейронных сетей.

1.3. Категории обучающихся

Основными категориями обучающихся, на которых рассчитана программа повышения квалификации, являются студенты 3 и 4 курса бакалавриата, стремящиеся к развитию карьеры в области data science; руководители и специалисты IT-подразделений, желающие углубить знания и навыки в области прогнозирования временных рядов; специалисты с технической подготовкой из другой сферы, планирующие изменить свой карьерный трек.

1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

Лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

Слушатель программы может быть студентом старших курсов программ высшего образования – программ бакалавриата или специалитета. Данный факт подтверждается предоставлением справки с места обучения по программе высшего образования.

1.5. Перечень нормативных документов, определяющих квалификационные требования к выпускнику программы

— Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» и уровню высшего образования магистратура, утвержденный приказом Минобрнауки России от 23 августа 2017 г. № 810;

— Профессиональный стандарт «Программист», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 679н.

1.6. Планируемые результаты обучения

а) Перечень компетенций, совершенствование или получение которых осуществляется в результате обучения:

- Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;
- Способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики;
- Способность определять общие формы и закономерности в области машинного обучения;
- Способность решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата.

б) Квалификационные требования к выпускнику программы:

Слушатель в результате освоения программы будет способен выполнять следующие должностные обязанности, приведённые в «Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих», утверждённом постановлением Минтруда России от 21 августа 1998 г. № 37.

Инженер-программист (Программист)

На основе анализа математических моделей и алгоритмов решения экономических и других задач разрабатывает программы, обеспечивающие возможность выполнения алгоритма и соответственно поставленной задачи средствами вычислительной техники, проводит их тестирование и отладку. Разрабатывает технологию решения задачи по всем этапам обработки информации. Осуществляет выбор языка программирования для описания алгоритмов и структур данных. Определяет информацию, подлежащую обработке средствами вычислительной техники, ее объемы, структуру, макеты и схемы ввода, обработки, хранения и вывода, методы ее контроля. Выполняет работу по подготовке программ к отладке и проводит отладку. Определяет объем и содержание данных контрольных примеров, обеспечивающих наиболее полную проверку соответствия программ их функциональному назначению.

Электронный документ

Осуществляет запуск отлаженных программ и ввод исходных данных, определяемых условиями поставленных задач. Проводит корректировку разработанной программы на основе анализа выходных данных. Разрабатывает инструкции по работе с программами, оформляет необходимую техническую документацию. Определяет возможность использования готовых программных продуктов. Осуществляет сопровождение внедренных программ и программных средств. Разрабатывает и внедряет системы автоматической проверки правильности программ, типовые и стандартные программные средства, составляет технологию обработки информации. Выполняет работу по унификации и типизации вычислительных процессов. Принимает участие в создании каталогов и картотек стандартных программ, в разработке форм документов, подлежащих машинной обработке, в проектировании программ, позволяющих расширить область применения вычислительной техники.

в) Идентификаторы достижения компетенций:

Слушатель, освоивший программу повышения квалификации, должен:

знать:

- основные статистические подходы для прогнозирования одномерных временных рядов;
- особенности использования методов машинного обучения для решения задачи прогнозирования многомерных временных рядов;
- особенности использования методов прогнозирования в различных библиотеках, реализованных на языке Python.

уметь:

- проводить первичный анализ и предобработку исходных данных;
- реализовывать на языке Python изученные подходы к решению задачи прогнозирования временных рядов;
- оценивать качество реализованных моделей и выбирать лучший подход к решению задачи;
- проводить презентацию полученных результатов;

— осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

владеть:

— навыками сбора и предварительной подготовки данных временного ряда;

— методами прогнозирования временных рядов;

— навыками планирования и выполнения работы по прогнозированию социально-экономических процессов, презентации и интерпретации полученных результатов.

1.7. Трудоемкость программы

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 112 академических часов, включая все виды контактной и самостоятельной работы слушателя.

1.8. Форма и сроки обучения

Обучение по программе повышения квалификации осуществляется в очной форме с использованием дистанционных образовательных технологий и (или) электронного обучения.

Формат обучения на программе – гибридный. Учебные занятия проходят в очном формате, при этом слушателям предоставляется возможность участвовать как очно, так и дистанционно в режиме онлайн.

Минимальный срок обучения на программе составляет 3 месяца.

1.9. Режим занятий

Длительность одного занятия – 2 академических часа.

Для всех занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

2. ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

2.1. Учебный план программы повышения квалификации

«Прогнозирование временных рядов»

Продолжительность обучения – 112 ак. часов.

Форма обучения – очная.

№ п/п	Наименование дисциплин учебного курса	Всего, академ. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Самост. работа (академ. ч.)	Формы аттестации
			лекции	семинары (практич. занятия)		
1.	Введение в анализ временных рядов	14	4	4	6	Зачет
2.	Статистические модели прогнозирования временных рядов	28	8	8	12	Зачет
3.	Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	21	6	6	9	Зачет
4.	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	21	6	6	9	Зачет
5.	Вопросы практического применения моделей	21	6	6	9	Зачет
	ВСЕГО:	105	30	30	45	
	Итоговая аттестация	7		7		Экзамен
	ИТОГО:	112	30	37	45	

**2.2. Учебно-тематический план программы повышения
квалификации
«Прогнозирование временных рядов»**

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Всего, академ. ч.	Контактная работа (академ. ч.)		Самост. работа (академ. ч.)	Формы аттестаци и контроля знаний
			лекции	семинары (практич. занятия)		
1.	Введение в анализ временных рядов	14	4	4	6	Зачет
1.1.	Введение в тематику анализа временных рядов	7	2	2	3	Домашние задания
1.2.	Инструментарий для решения задачи прогнозирования	7	2	2	3	Домашние задания
2.	Статистические модели прогнозирования временных рядов	28	8	8	12	Зачет
2.1.	Модели экспоненциального сглаживания	7	2	2	3	Домашние задания
2.2.	Модели для стационарных временных рядов. Часть 1	7	2	2	3	Домашние задания
2.3.	Модели для стационарных временных рядов. Часть 2	7	2	2	3	Домашние задания
2.4.	Методы декомпозиции временных рядов	7	2	2	3	Домашние задания
3.	Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	21	6	6	9	Зачет
3.1.	Регрессионные модели	7	2	2	3	Домашние задания
3.2.	Прогнозирование сложных временных рядов	7	2	2	3	Домашние задания
3.3.	Применение методов машинного обучения	7	2	2	3	Домашние задания
4.	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	21	6	6	9	Зачет
4.1.	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	7	2	2	3	Домашние задания
4.2.	Прогнозирование временных рядов с помощью трансформеров	7	2	2	3	Домашние задания
4.3.	Трансферное обучение и применение LLM.	7	2	2	3	Домашние задания

5.	Вопросы практического применения моделей	21	6	6	9	Зачет
5.1.	Практическое применение моделей	7	2	2	3	Домашние задания
5.2.	Обзор соревнований по прогнозированию временных рядов	7	2	2	3	Домашние задания
5.3.	Обсуждение практических вопросов	7	2	2	3	Домашние задания
	ВСЕГО:	105	30	30	45	
	Итоговая аттестация	7		7		Экзамен
	ИТОГО:	112	30	37	45	

2.3. Календарный учебный график

Дисциплины учебного курса	Наименование темы дисциплин	Академ. часов	Учебные месяцы		
			1	2	3
Введение в анализ временных рядов	Введение в тематику анализа временных рядов	7	7		
	Инструментарий для решения задачи прогнозирования	7	7		
Статистические модели прогнозирования временных рядов	Модели экспоненциального сглаживания	7	7		
	Модели для стационарных временных рядов. Часть 1	7	7		
	Модели для стационарных временных рядов. Часть 2	7	7		
	Методы декомпозиции временных рядов	7		7	
Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	Регрессионные модели	7		7	
	Прогнозирование сложных временных рядов	7		7	
	Применение методов машинного обучения	7		7	
Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	7		7	

	Прогнозирование временных рядов с помощью трансформеров	7			7
	Трансферное обучение и применение LLM.	7			7
Вопросы практического применения моделей	Практическое применение моделей	7			7
	Обзор соревнований по прогнозированию временных рядов	7			7
	Обсуждение практических вопросов	7			7
Итоговая аттестация		7			7

3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА

3.1. Содержание курса

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование темы	Содержание темы (тезисно)
1.	Введение в анализ временных рядов	Введение в тематику анализа временных рядов	Задачи анализа временных рядов. Постановка задачи прогнозирования и её особенности. Примеры и графическое представление временного ряда. Обзор литературы и программного обеспечения.
		Инструментарий для решения задачи прогнозирования	Простые методы прогнозирования. Преобразование временного ряда. Анализ остатков и оценка качества. Стратегии прогнозирования.
2.	Статистические модели прогнозирования временных рядов	Модели экспоненциального сглаживания	Простое экспоненциальное сглаживание. Модели с трендом и сезонностью. Модели пространства состояний (ETS). Оценивание параметров и построение интервальных прогнозов для ETS.
		Модели для стационарных временных рядов. Часть 1	Стационарность и дифференцирование. Несезонная модель авторегрессии и скользящего среднего (ARIMA).
		Модели для стационарных временных рядов. Часть 2	Оценивание параметров и выбор порядка модели ARIMA. Сезонная модель ARIMA. Модель ARIMA с дополнительными переменными.
		Методы декомпозиции временных рядов	Классическая декомпозиция. Х-11 декомпозиция. STL: сезонная и трендовая декомпозиция с использованием Loess. Метод Theta.
3.	Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	Регрессионные модели	Линейная модель регрессии для временных рядов. Выбор предикторов и оценка качества прогноза. Гармоническая регрессия и регрессия с ошибками ARIMA.
		Прогнозирование сложных временных рядов	Сложная сезонность. Модель TBATS. Сложный тренд. Модель Prophet. Модели ARFIMA, TARMA, GARCH.

		Применение методов машинного обучения	Особенности применения методов ML для задачи прогнозирования. Признаки для временных рядов. Тонкости применения метода градиентного бустинга.
4.	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	Глубокое обучение в задаче прогнозирования временных рядов. Применение нейронных сетей прямого распространения. Применение рекуррентных нейронных сетей. Применение сверхточных нейронных сетей.
		Прогнозирование временных рядов с помощью трансформеров	Механизм внимания. Exponential sSmoothing tTransformer. Temporal fFusion tTransformer.
		Трансферное обучение и применение LLM.	Пространственно-временные модели. Трансферное обучение в задаче прогнозирования. TimeGPT-1 и TimeLLM.
5.	Вопросы практического применения моделей	Практическое применение моделей	Создание комбинированных прогнозов. Прогнозирование прерывистых временных рядов. Разработка моделей для прогнозирования в различных отраслях.
		Обзор соревнований по прогнозированию временных рядов	M4: прогнозирование разнородных временных рядов. Разные схемы комбинирования моделей. M5: прогноз спроса на товары. Прогнозирование иерархических временных рядов. M6: прогнозирование на финансовом рынке. Связь прогнозов с инвестированием.
		Обсуждение практических вопросов	Обучение моделей на реальных данных, подбор параметров и оценка эффективности. AutoML для временных рядов.

3.2. Методические указания для обучающихся по освоению курса

В процессе изучения программы повышения квалификации «Прогнозирование временных рядов» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар (практическое занятие) — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где слушатели активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Самостоятельная работа – работа слушателей, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины.

В процессе самостоятельной работы слушатели взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи слушателя включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов, планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

3.3. Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплинам

Домашние задания по дисциплине

«Приложения и оценка рекомендательных систем»

1. Выберите два реальных приложения рекомендательных систем (например, Netflix и Amazon) и опишите, как они используются для персонализации контента. Оцените их эффективность на основе доступных метрик (например, точность рекомендаций или пользовательскую вовлеченность), используя открытые данные или отчеты.

2. На основе набора данных (например, MovieLens) рассчитайте и сравните метрики оценки рекомендательных систем, такие как precision, recall, NDCG и MAP. Объясните, в каких сценариях каждая метрика наиболее полезна.

3. Спроектируйте простой эксперимент A/B-тестирования для оценки новой рекомендательной модели в приложении (например, e-commerce). Опишите гипотезы, группы пользователей, ключевые метрики и возможные результаты.

4. Создайте графики или дашборды, иллюстрирующие эффективность рекомендательной системы (например, распределение рейтингов, точность по категориям). Используйте инструменты вроде Python (matplotlib или Plotly) и интерпретируйте результаты.

5. Сравните рекомендательные системы в двух разных отраслях (например, стриминговые сервисы vs. социальные сети). Обсудите уникальные вызовы в каждой и предложите способы улучшения оценки их производительности.

Домашние задания по дисциплине

«Классические алгоритмы»

1. Используя библиотеку Surprise или scikit-learn, реализуйте базовый алгоритм user-based collaborative filtering на наборе данных MovieLens. Оцените его точность и обсудите преимущества/недостатки по сравнению с item-based подходом.

2. Разработайте content-based рекомендательную систему для набора фильмов, используя TF-IDF для текстовых описаний. Сгенерируйте рекомендации для тестового пользователя и сравните с collaborative filtering.

3. Создайте гибридную модель, комбинирующую collaborative и content-based методы. Реализуйте её на Python и оцените улучшение метрик по сравнению с чистыми алгоритмами.

4. Изучите алгоритм SVD для рекомендательных систем. Примените его к данным и объясните, как он справляется с разреженными матрицами. Визуализируйте латентные факторы.

5. Возьмите классический алгоритм (например, KNN из Surprise) и проведите тюнинг гиперпараметров с помощью Grid Search. Сравните результаты до и после оптимизации, используя кросс-валидацию.

Домашние задания по дисциплине

«Многостадийные системы»

1. Опишите этапы многостадийной рекомендательной системы (retrieval, ranking, re-ranking) для платформы вроде RuTube. Предложите алгоритмы для каждого этапа и объясните их роль в масштабируемости.
2. Используя Approximate Nearest Neighbors (ANN) библиотеки вроде Faiss, реализуйте retrieval-стадию для большого набора данных. Измерьте время выполнения и точность.
3. Постройте простую ranking-модель с помощью LightGBM или TensorFlow, используя признаки из retrieval-стадии. Оцените её на тестовом наборе и обсудите важность признаков.
4. Разработайте и протестируйте стратегию re-ranking (например, diversification или fairness-aware). Примените её к выходу ranking-модели и сравните результаты с базовым подходом.
5. Создайте end-to-end pipeline многостадийной системы на Python (с использованием mock-данных). Оцените общую производительность и предложите улучшения для реального развертывания.

Домашние задания по дисциплине

«Проблемы и смещения»

1. Опишите сценарии cold start для новых пользователей и элементов. Предложите решения (например, content-based или hybrid) и протестируйте их на небольшом датасете.
2. Проанализируйте набор данных на наличие bias (например, гендерный или расовый). Используйте статистические методы для измерения и предложите способы минимизации bias в рекомендациях.
3. Обсудите реальный кейс (например, bias в рекомендациях фильмов) и предложите метрики fairness (например, demographic parity). Разработайте план по устранению смещений.

4. Исследуйте, как популярность элементов влияет на рекомендации. Реализуйте алгоритм, корректирующий за bias (например, debiased collaborative filtering), и оцените изменения.

5. Создайте adversarial примеры для рекомендательной модели и протестируйте её устойчивость. Предложите методы улучшения robustness, такие как regularization.

Домашние задания по дисциплине

«Индустриальные технологии»

1. Используя Docker и Flask, разверните простую рекомендательную модель как REST API. Протестируйте её на примерах запросов и обсудите аспекты масштабируемости.

2. Спроектируйте A/B-тест для новой рекомендательной технологии в live-системе. Опишите инструменты (например, Optimizely) и метрики для измерения impact.

3. Примените Spark или Dask для обработки большого датасета рекомендательных систем. Реализуйте distributed вычисления для обучения модели и оцените время.

4. Настройте систему мониторинга (например, с Prometheus) для рекомендательной системы. Создайте дашборд для отслеживания метрик производительности и предложите alerts для аномалий.

5. Используйте AWS SageMaker или Google AI Platform для обучения и развертывания рекомендательной модели. Опишите шаги и преимущества облачных технологий для индустриального применения.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Требования к кадровым условиям реализации программы

Реализация программы обеспечивается штатными руководящими и научно-педагогическими работниками АНО ВО «Центральный университет», а также внешними совместителями, работающими по договорам гражданско-правового характера. Научно-педагогические работники, осуществляющие преподавание данной программы, имеют образование, соответствующее профилю курса, или конкретный опыт реализации разработок и иной формы практической деятельности по направлению курса.

4.2. Требования к материально-техническим условиям реализации программы

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;

— компьютерной техникой;

— специализированным оборудованием, включая демонстрационное
Электронный документ

оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое

Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

4.3. Учебно-методическое обеспечение программы

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый слушатель в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть

подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Слушателям обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Константинова, Е. В. Теория графов: алгебраическая теория : учебник для вузов / Е. В. Константинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20172-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569211>.

Дополнительная литература:

1. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 211 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01114-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561076>.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Формы контроля

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по программе повышения квалификации «Прогнозирование временных рядов»

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по программе осуществляется в виде текущего контроля успеваемости, промежуточных аттестаций и итоговой аттестации.

Промежуточные аттестация проводятся в форме *зачета*. Формат проведения – тестирование.

К итоговой аттестации допускается слушатель, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по программе повышения квалификации.

Итоговая аттестация по программе осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по курсу.

5.2. Система оценивания результатов обучения по курсу

Для оценивания текущего контроля успеваемости, промежуточных аттестаций и итоговой аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
10	Отлично	Зачтено	Обучающийся полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет курс. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
			<p>систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Обучающийся хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты курса с практическими задачами.</p>
7	Хорошо	Зачтено	<p>Обучающийся обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Обучающийся хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.</p>
6	Хорошо	Зачтено	<p>Обучающийся обладает базовыми знаниями по курсу, но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути</p>
5	Удовлетворительно	Зачтено	
4	Удовлетворительно	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по курсу
			вопросов. Обучающийся способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
3	Не сдан	Не зачтено	Обучающийся не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

5.3. Примеры оценочных материалов по промежуточным аттестациям

Промежуточные аттестации проходят в формате тестирования, состоящего из 20 закрытых вопросов. Ниже приведены критерии оценивания, а также примерные оценочные материалы по промежуточным аттестациям.

Критерии оценивания:

Всего: 20 вопросов.

Максимальная сумма баллов за тест – 20.

Соотношение баллов за тест с оценками:

Баллы	Оценка (по 10-балльной шкале)	Оценка за зачет
19 – 20	10	Зачтено
17 – 18	9	Зачтено
15 – 16	8	Зачтено
13 – 14	7	Зачтено
11 – 12	6	Зачтено
9 – 10	5	Зачтено
7 – 8	4	Зачтено
5 – 6	3	Зачтено
3 – 4	2	Зачтено
0 – 2	1	Не зачтено

Тестирование по дисциплине
«Введение в анализ временных рядов»

1. Что такое временной ряд?

- A) Набор данных с пространственными координатами
- B) Последовательность наблюдений, упорядоченных по времени
- C) Матрица корреляций между переменными
- D) Случайная выборка без временного порядка

Правильный ответ: B)

2. Какой компонент временного ряда отражает долгосрочные изменения в данных?

- A) Шум
- B) Сезонность
- C) Тренд
- D) Цикличность

Правильный ответ: C)

3. Что означает стационарность временного ряда?

- A) Наличие тренда и сезонности
- B) Постоянство математического ожидания, дисперсии и автоковариации

во времени

- C) Зависимость от внешних факторов
- D) Отсутствие повторяющихся паттернов

Правильный ответ: B)

4. Какой метод визуализации наиболее полезен для выявления сезонных паттернов в данных?

- A) Гистограмма
- B) Диаграмма рассеяния
- C) График временного ряда с осями времени
- D) Коробчатая диаграмма

Правильный ответ: С)

5. Что такое автокорреляция в анализе временных рядов?

- А) Корреляция между разными рядами
- В) Корреляция ряда с его собственными лагированными значениями
- С) Корреляция с внешними переменными
- Д) Статистическая независимость значений

Правильный ответ: В)

Тестирование по дисциплине

«Статистические модели прогнозирования временных рядов»

1. Что представляет собой модель ARIMA?

- А) Авторегрессионная интегрированная модель скользящего среднего
- В) Экспоненциальное сглаживание с трендом
- С) Линейная регрессия для временных рядов
- Д) Модель на основе нейронных сетей

Правильный ответ: А)

2. Какой компонент ARIMA отвечает за учет прошлых значений ряда?

- А) Интеграционная часть (I)
- В) Авторегрессионная часть (AR)
- С) Скользящее среднее (MA)
- Д) Сезонная компонента

Правильный ответ: В)

3. Что такое экспоненциальное сглаживание?

- А) Метод для удаления тренда
- В) Метод прогнозирования, где веса уменьшаются экспоненциально с возрастом данных
- С) Анализ стационарности
- Д) Визуализация автокорреляции

Правильный ответ: В)

4. Какой тест используется для проверки стационарности ряда?

- А) Тест Шапиро-Уилка
- В) Тест Дики-Фуллера
- С) Тест хи-квадрат
- Д) Тест Колмогорова-Смирнова

Правильный ответ: В)

5. Что такое сезонная декомпозиция в статистических моделях?

- А) Разделение ряда на тренд, сезонность, циклическую компоненту и остаток
- В) Преобразование ряда в стационарный
- С) Расчет автокорреляционной функции
- Д) Оптимизация параметров модели

Правильный ответ: А)

Тестирование по дисциплине

«Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования»

1. Какой метод машинного обучения подходит для прогнозирования временных рядов, используя признаки из прошлого?

- А) Кластеризация
- В) Линейная регрессия с лагированными переменными
- С) PCA для снижения размерности
- Д) Анализ главных компонент

Правильный ответ: В)

2. Что такое feature engineering в контексте прогнозирования временных рядов?

- А) Создание новых признаков, таких как скользящие средние или лаги

- В) Удаление шумовых данных
- С) Визуализация данных
- Д) Оптимизация гиперпараметров

Правильный ответ: А)

3. Какой алгоритм ML устойчив к выбросам и подходит для прогнозирования?

- А) Линейная регрессия
- В) Случайный лес
- С) K-means
- Д) Логистическая регрессия

Правильный ответ: В)

4. Что такое cross-validation в оценке моделей прогнозирования?

- А) Разделение данных на train и test
- В) Метод валидации, где данные делятся на folds для оценки обобщающей способности

- С) Визуализация ошибок
- Д) Преобразование данных

Правильный ответ: В)

5. Как XGBoost применяется для прогнозирования временных рядов?

- А) Для кластеризации данных
- В) Как градиентный бустинг деревьев для предсказания на основе исторических данных и признаков

- С) Для генерации синтетических данных
- Д) Для анализа стационарности

Правильный ответ: В)

Тестирование по дисциплине

«Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей»

1. Какая архитектура нейронных сетей наиболее подходит для обработки последовательностей в временных рядах?

- A) Сверточные сети (CNN)
- B) Рекуррентные нейронные сети (RNN)
- C) Полносвязные сети
- D) Autoencoders

Правильный ответ: B)

2. Что такое LSTM в контексте временных рядов?

- A) Метод оптимизации
- B) Тип RNN, решающий проблему исчезающего градиента
- C) Слой свертки
- D) Метод feature engineering

Правильный ответ: B)

3. Как Transformer применяется для прогнозирования временных рядов?

- A) Для кластеризации
- B) С использованием механизма внимания для обработки последовательностей без рекурсии
- C) Для визуализации данных
- D) Для снижения размерности

Правильный ответ: B)

4. Что такое seq2seq модель в прогнозировании?

- A) Модель для классификации
- B) Архитектура encoder-decoder для предсказания последовательностей на основе входных
- C) Метод для стационарности
- D) Слой свертки

Правильный ответ: В)

5. Какой вызов возникает при обучении RNN на временных рядах?

- A) Переобучение
- B) Исчезающий градиент
- C) Недостаток данных
- D) Шум в данных

Правильный ответ: В)

Тестирование по дисциплине

«Вопросы практического применения моделей»

1. Какая метрика наиболее важна для оценки точности прогнозирования в практических приложениях?

- A) Accuracy
- B) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)
- C) Precision
- D) Recall

Правильный ответ: В)

2. Что такое data leakage в прогнозировании временных рядов?

- A) Потеря данных при обработке
- B) Использование будущих данных для обучения модели
- C) Недостаток признаков
- D) Шум в ряде

Правильный ответ: В)

3. Как развернуть модель прогнозирования в production?

- A) Только в Jupyter Notebook
- B) С использованием API (например, Flask) и контейнеризации (Docker)
- C) На локальном компьютере
- D) Без мониторинга

Правильный ответ: В)

4. Какой кейс иллюстрирует применение моделей временных рядов?

- A) Классификация изображений
- B) Прогнозирование спроса на товары в ритейле
- C) Кластеризация клиентов
- D) Генерация текста

Правильный ответ: В)

5. Что важно учитывать при интерпретации прогнозов в бизнесе?

- A) Только точность модели
- B) Бизнес-метрики (например, ROI) и неопределенность прогнозов
- C) Время обучения модели
- D) Размер датасета

Правильный ответ: В)

5.4. Примеры оценочных материалов по итоговой аттестации

Форма итоговой аттестации: экзамен.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Дайте определение временного ряда и приведите примеры его применения в экономике и финансах.
2. Какие основные компоненты выделяют во временных рядах? Опишите каждую из них.
3. Объясните понятие стационарности временного ряда и почему оно важно для моделирования.
4. Какие методы визуализации временных рядов вы знаете? Как они помогают в предварительном анализе данных?
5. Опишите процесс преобразования нестационарного временного ряда в стационарный. Какие методы для этого используются?
6. Что такое авторегрессионная модель (AR), модель скользящего среднего (MA) и комбинированная модель ARMA? В чем их различия?

7. Расскажите о модели ARIMA: из каких компонентов она состоит и как их интерпретировать.
8. Как проводится оценка параметров модели ARIMA? Какие методы используются?
9. Какие методы проверки качества модели временного ряда вы знаете? Как интерпретировать результаты?
10. Объясните назначение и принцип работы теста Дики-Фуллера.
11. Что такое экспоненциальное сглаживание? В каких случаях оно применяется?
12. Какие преимущества и ограничения имеют статистические модели прогнозирования временных рядов?
13. Опишите основные этапы построения модели машинного обучения для прогнозирования временных рядов на табличных данных.
14. Что такое feature engineering в контексте временных рядов? Приведите примеры полезных признаков.
15. Как можно использовать методы ансамблирования (например, случайный лес, градиентный бустинг) для прогнозирования временных рядов?
16. Какие проблемы могут возникнуть при применении классических алгоритмов машинного обучения к временным рядам? Как их решать?
17. Объясните принцип работы рекуррентных нейронных сетей (RNN) и их применение для анализа временных рядов.
18. Что такое LSTM и GRU? В чем их преимущества по сравнению с классическими RNN?
19. Как архитектура Transformer может быть использована для прогнозирования временных рядов?
20. Какие особенности имеет подготовка данных для обучения нейронных сетей на временных рядах?
21. Обсудите методы оценки качества нейросетевых моделей прогнозирования и их интерпретацию.

22. Какие сложности возникают при обучении глубоких нейронных сетей на временных рядах? Как с ними бороться?
23. Каковы основные метрики оценки точности прогнозов временных рядов? В чем их отличия?
24. Что такое data leakage в контексте построения моделей прогнозирования и как его избежать?
25. Опишите процесс развертывания модели прогнозирования в промышленной среде. Какие аспекты необходимо учитывать?
26. Приведите примеры бизнес-кейсов, где прогнозирование временных рядов играет ключевую роль.
27. Как интерпретировать результаты прогнозирования с учетом неопределенности и бизнес-рисков?
28. Какие методы мониторинга и обновления моделей прогнозирования вы знаете? Почему это важно?
29. Обсудите роль визуализации в коммуникации результатов прогнозирования с заинтересованными сторонами.
30. Какие этические и практические аспекты следует учитывать при использовании моделей прогнозирования в реальных приложениях?

6. ВЫХОДНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Лицам, успешно освоившим соответствующую программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации. Удостоверение выдается на бланке, являющемся защищенной от подделок полиграфической продукцией, образец которого самостоятельно установлен образовательным учреждением.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы повышения квалификации и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения, по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации. На момент завершения программы лицам, получающим среднее профессиональное и (или) высшее образование, успешно освоившим соответствующую программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается справка об обучении или о периоде обучения, по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.