
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Временные ряды»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладное машинное обучение

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	7
4. Содержание дисциплины (модуля).....	7
5. Учебно-методическое обеспечение	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Временные ряды» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Временные ряды» обеспечивает фундаментальные знания и навыки анализа динамических данных, что важно для разработки математических моделей и алгоритмов прогнозирования. Это способствует решению прикладных задач в области обработки данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, расширяя возможности специалистов в математике и компьютерных науках.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение и входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 семестре, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплин (модулей) «Основы статистики» или «Основы статистики. Продвинутый уровень», «Машинное обучение (Machine Learning)».

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование навыков эффективно анализировать, прогнозировать и интерпретировать временные ряды с применением статистических и машинно-обучаемых подходов для решения практических задач.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить ключевые статистические методы для построения прогнозов на основе одномерных временных данных;
- изучить особенности применения алгоритмов машинного обучения при работе с многомерными временными рядами;
- научиться использовать специализированные библиотеки на языке Python для реализации прогностических моделей;
- развить навыки первичного анализа и подготовки данных временного ряда для дальнейшей обработки;
- сформировать умения в оценке качества моделей, выборе оптимальных решений и презентации результатов анализа.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся 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;

- реализовать на языке Python изученные подходы к решению задачи прогнозирования временных рядов;
- оценить качество реализованных моделей и выбрать лучший подход к решению задачи;
- провести 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.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также

			интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-3.1.	Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач, формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало принятию обоснованных решений

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Введение в анализ временных рядов	4	4		20	Домашние задания
2	Статистические модели прогнозирования временных рядов	8	8		36	Домашние задания
3	Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	6	6		20	Домашние задания
4	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	6	6		25	Домашние задания
5	Вопросы практического применения моделей	6	6		25	Домашние задания
	Зачет с оценкой			4		
Итого:		30	30	4	126	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение в анализ временных рядов	Введение в тематику анализа временных рядов Инструментарий для решения задачи прогнозирования
2	Статистические модели прогнозирования временных рядов	Модели экспоненциального сглаживания Модели для стационарных временных рядов. Часть 1 Модели для стационарных временных рядов. Часть 2 Методы декомпозиции временных рядов
3	Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования	Регрессионные модели Прогнозирование сложных временных рядов Применение методов машинного обучения

4	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей	Прогнозирование временных рядов с помощью нейронных сетей Прогнозирование временных рядов с помощью трансформеров Трансферное обучение и применение LLM
5	Вопросы практического применения моделей	Практическое применение моделей Обзор соревнований по прогнозированию временных рядов Обсуждение практических вопросов

5. Учебно-методическое обеспечение

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

Каждый студент 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.

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

Основная литература:

1. Груздев, А. В. Прогнозирование временных рядов с помощью Facebook Prophet, ETNA, sktime и LinkedIn Greykite : строим, настраиваем, улучшаем модели прогнозирования временных рядов с помощью специальных библиотек : практическое руководство / А. В. Груздев. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 782 с. – ISBN 978-5-93700-212-9. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2204240>.

2. Подкорытова, О. А. Анализ временных рядов : учебное пособие для вузов / О. А. Подкорытова, М. В. Соколов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 225 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19441-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556470>.

Дополнительная литература:

1. Попова, И. Н. Анализ временных рядов : учебник для вузов / И. Н. Попова ; ответственный редактор В. В. Ковалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 74 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18394-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568821>.

2. Кремер, Н. Ш. Эконометрика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко ; под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08710-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559689>.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые 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 (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное 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 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 (модулю), 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

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Временные ряды» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, 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 — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты 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.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

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

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Временные ряды»

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета с оценкой*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в syllabus дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и 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. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент 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. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Временные ряды» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	75%	13	Набор задач по темам недели
Зачет с оценкой	25%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Временные ряды»:
« $0,75 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,25 \times \text{Зачет с оценкой}$ ».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание: Введение в анализ временных рядов

1. Определите, что такое временной ряд и приведите три примера временных рядов из различных областей.
2. Объясните, какие основные компоненты могут быть выделены в временных рядах (тренд, сезонность, случайные колебания).
3. Перечислите и кратко опишите инструменты, используемые для анализа временных рядов (например, графики, автокорреляция).
4. Проведите анализ простого временного ряда, представленного в виде таблицы данных, с использованием графиков (например, линейный график).
5. Обсудите, как выбор метода прогнозирования может зависеть от характера временного ряда.

Домашнее задание: Статистические модели прогнозирования временных рядов

1. Опишите модель экспоненциального сглаживания и приведите пример её применения.
2. Рассмотрите временной ряд, который, по вашему мнению, является стационарным, и объясните, почему вы так считаете.
3. Объясните разницу между стационарными и нестационарными временными рядами, приведите примеры.
4. Изучите методы декомпозиции временных рядов и выполните декомпозицию заданного временного ряда на тренд, сезонность и остатки.
5. Постройте и проанализируйте модель ARIMA для заданного временного ряда, опишите результаты.

Домашнее задание: Методы машинного обучения для табличных данных и их применения для задачи прогнозирования

1. Определите, что такое регрессионная модель и приведите примеры её применения в прогнозировании временных рядов.
2. Выберите сложный временной ряд и примените метод регрессии для его прогнозирования, опишите процесс и результаты.
3. Сравните два метода машинного обучения (например, линейную регрессию и случайный лес) для прогнозирования временного ряда: какие преимущества и недостатки у каждого из методов?
4. Проведите анализ ошибок прогнозирования для выбранного временного ряда, используя метрики, такие как MSE и MAE.
5. Обсудите, как можно улучшить качество прогнозирования временных рядов, используя методы машинного обучения, и приведите примеры подходов.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как спланировать самооценку для выявления точек роста в практическом применении моделей?	План анализа пробелов / Анализ пробелов	УК-6
2.	Какую математическую модель выбрать для прогнозирования сложных многомерных временных рядов?	VAR (Векторная авторегрессия)	ОПК-1
3.	В каком формате представить результаты декомпозиции временного ряда заинтересованным сторонам?	Диаграмма / Визуализация	ПК-3
4.	Какой математический метод сглаживания применить для рядов с трендом и сезонностью?	Holt-Winters / Экспоненциальное сглаживание	ОПК-1
5.	Какой метод использовать для математической оценки устойчивости и обобщающей способности модели?	Кросс-валидация	ОПК-1
6.	Какие математические компоненты выделяют в структуре временного ряда для анализа?	Тренд / Сезонность / Шум	ОПК-1
7.	Как оформить отчет по статистическому моделированию для публичного выступления?	Презентация	ПК-3
8.	Какой математический подход применить для прогнозирования табличных данных в задаче регрессии?	Линейная регрессия	ОПК-1
9.	Как определить приоритеты в собственной деятельности при анализе множества временных рядов?	Матрица приоритетов	УК-6
10.	Какой класс математических моделей подходит для стационарных авторегрессионных рядов?	ARIMA	ОПК-1

11.	Как документировать результаты прогнозирования с нейронными сетями для команды разработки?	Отчет / Техническая документация	ПК-3
12.	Какую технологию внедрить для улучшения работы трансформеров в задачах прогнозирования?	Attention- механизм	ПК-3
13.	Какой инструмент использовать для анализа собственных компетенций и сильных сторон в проекте?	SWOT-анализ	УК-6
14.	Какой метод машинного обучения математически обосновывает перенос знаний между задачами?	Трансферное обучение	ОПК-1
15.	Как обобщить опыт участия в соревнованиях по прогнозированию для профессионального портфолио?	Кейс-стади	ПК-3
16.	Какой процесс организовать для контроля качества модели в промышленной эксплуатации?	Мониторинг метрик	ПК-3
17.	Какую математическую метрику рассчитать для оценки абсолютной ошибки прогноза?	MAE (Средняя абсолютная ошибка)	ОПК-1
18.	Какую процедуру выполнить с данными для повышения качества ML-модели в профессиональной задаче?	Feature engineering / Конструирование признаков	ПК-3
19.	Какой визуальный формат выбрать для демонстрации декомпозиции временных рядов клиентам?	График / Plot	ПК-3
20.	Какую архитектуру нейронной сети математически обосновать для нестационарных последовательностей?	LSTM (Долгая краткосрочная память)	ОПК-1