

**Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных и машинного обучения
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
и методической работе

_____ Е.А. Каменева
25.04.2023 г.

Феклин В.Г., Соловьев В.И.

Машинное обучение в трейдинге

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
ОП «Прикладная математика и информатика»

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №31 от 18.04.2023г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного
Департамента анализа данных и машинного обучения
(протокол №2 от 29.03.2023г.)*

Москва 2023

Содержание

1. Наименование дисциплины.....	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине.....	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся.....	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	4
5.1. Содержание дисциплины.....	4
5.2. Учебно-тематический план.....	5
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	6
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	7
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	7
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	12
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..	14
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	15
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16

1. Наименование дисциплины

«Машинное обучение в трейдинге».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных.	ЗНАТЬ: методы и инструментальные средства сбора, обработки и визуализации данных УМЕТЬ: проводить комплексный анализ, сбор и интеграцию сложных наборов данных
		Осуществляет рациональный выбор программного продукта в зависимости от поставленной задачи.	ЗНАТЬ: основные инструментальные средства машинного обучения и анализа данных УМЕТЬ: выбирать инструменты решения задач машинного обучения и анализа данных исходя из специфики данных и прикладной задачи
		Владеет навыками обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем.	ЗНАТЬ: основные понятия безопасности систем машинного обучения, нефункциональные требования к интеллектуальным системам УМЕТЬ: проводить анализ нефункциональных требований к интеллектуальной программной системе
ПКП-5	Способность применять методы и инструменты анализа данных и машинного обучения при	Осуществляет обоснованный выбор методов и инструментов обработки данных для решения	ЗНАТЬ: инструментальные средства (языки программирования, библиотеки, фреймворки) для интеллектуального анализа данных и машинного обучения

	подготовке аналитического обоснования финансово- экономических решений	экономических и финансовых задач.	УМЕТЬ: проводить обоснованный выбор инструментальных средств для проведения машинного обучения
		Владеет навыками решения прикладных задач с использованием методов и инструментов анализа данных и машинного обучения.	ЗНАТЬ: основные методы машинного обучения, их специфику и области применения УМЕТЬ: применять основные модели и алгоритмы машинного обучения

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение в трейдинге» относится к Циклу профиля (элективный) направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, ОП «Прикладная математика и информатика».

4. Объем дисциплины(модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з.е. и часах)	Семестр 6 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа- Аудиторные занятия	34	34
Лекции	16	16
Семинары, практические занятия	18	18
Самостоятельная работа	74	74
Вид текущего контроля	контрольная работа	контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Основы финансовой аналитики и базовые модели машинного обучения в трейдинге

Основные характеристики временных рядов котировок финансовых инструментов: цена открытия и закрытия торгов, минимальная и максимальная цена, объем торгов за день. Японские свечи. Гипотеза эффективного рынка. Основные показатели финансовой отчетности: доход, прибыль, рентабельность и т.д. Использование этих показателей для принятия решений в трейдинге. Постановки задач машинного обучения в трейдинге. Факторные и результативные переменные в трейдинге. Модели авторегрессии и скользящего среднего.

Тема 2. Анализ временных рядов в трейдинге

Анализ временных рядов цен финансовых инструментов и объемов торгов. Применение методов машинного обучения для прогнозирования будущих значений временных рядов цен активов и принятия решений на основе этих прогнозов. Использование моделей AR, MA, ARIMA, ARIMAX, SARIMAX, CatBoost, LightGBM для прогнозирования временных рядов. Обогащение данных моделей машинного обучения в трейдинге.

Тема 3. Управление финансовыми активами с использованием моделей машинного обучения

Классификация состояний рынка как основная задача трейдинга. Измерение качества моделей управления активами. Доходность портфеля как основная метрика качества моделей. Оптимизация портфеля на основе

сигналов моделей классификации с выбором наиболее эффективного набора активов для инвестирования. Использование градиентного бустинга и скользящих окон для классификации состояний рынка.

Тема 4. Управление рисками на финансовых рынках с использованием моделей машинного обучения

Управление рисками на финансовых рынках: минимизация потерь и максимизация выгод на основе машинного обучения. Методы оценки волатильности финансовых активов. Стресс-тестирование моделей. Применение глубокого обучения в трейдинге.

5.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваем ости
		Всего	Контактная работа- Аудиторная работа			Самост оательн ая работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия		
1	Основы финансовой аналитики и базовые модели машинного обучения в трейдинге	18	8	4	4	10	опрос, проверка лаборатор ных работ
2	Анализ временных рядов в трейдинге	30	8	4	4	22	опрос, проверка лаборатор ных работ
3	Управление финансовыми активами с использованием моделей машинного обучения	30	10	4	6	20	опрос, проверка лаборатор ных работ
4	Управление рисками на финансовых	30	8	4	4	22	опрос, проверка лаборатор

	рынках с использованием моделей машинного обучения						ных работ
	В целом по дисциплине	108	34	16	18	74	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		31	47	53	69	

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Основы финансовой аналитики и базовые модели машинного обучения в трейдинге	Визуализация данных о временных рядах котировок. Японские свечи. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
	Модели авторегрессии и скользящего среднего для прогнозирования временных рядов котировок. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
Анализ временных рядов в трейдинге	Модели ARIMA, ARIMAX, SARIMAX для прогнозирования временных рядов котировок. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
	Модель CatBoost для прогнозирования временных рядов котировок. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
Управление финансовыми активами с использованием моделей машинного обучения	Измерение качества моделей управления активами. Доходность портфеля как основная метрика качества моделей. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
	Использование градиентного бустинга для классификации состояний рынка. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
	Использование скользящих окон для классификации состояний рынка. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
Управление рисками на финансовых рынках с	Модель LSTM в трейдинге. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа
	Модель DBN в трейдинге. : <i>п.8, [1]; п.9, [4]-[9]</i>	Лабораторная работа

использованием моделей машинного обучения		работа
---	--	--------

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Основы финансовой аналитики и базовые модели машинного обучения в трейдинге	Гипотеза эффективного рынка. Фрактальность на финансовых рынках. Сбор данных для лабораторных работ. Подготовка данных для лабораторных работ.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение и оформление лабораторных работ.
Анализ временных рядов в трейдинге	Эконометрические модели анализа временных рядов котировок финансовых активов. Предварительная обработка данных для лабораторных работ.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение и оформление лабораторных работ.
Управление финансовыми активами с использованием моделей машинного обучения	Модель LightGBM для прогнозирования временных рядов котировок. Визуализация данных для лабораторных работ.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение и оформление лабораторных работ.
Управление рисками на финансовых рынках с использованием моделей машинного обучения	Методы оценки волатильности финансовых активов. Стресс-тестирование моделей. Визуализация результатов лабораторных работ.	Работа с учебной литературой. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение и оформление лабораторных работ.

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерный вариант контрольной работы

1. Для заданного финансового инструмента собрать данные о котировках за последний год и построить модель машинного обучения для прогнозирования котировок на ближайший месяц по дням с использованием заданной модели машинного обучения. Вычислить среднюю абсолютную и среднюю относительную ошибки предсказания.
2. Для заданного финансового инструмента собрать данные о котировках за последние два года, разметить моменты начала и окончания восходящих трендов и построить модель машинного обучения для прогнозирования трендов на ближайшие два месяца по дням с использованием самостоятельно выбранной модели машинного обучения. Вычислить доходность стратегии наполнения портфеля инструментами в восходящем тренде за два месяца в процентах годовых.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных и машинного обучения Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. **«Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации, сбора, визуализации и обработки данных.	ЗНАТЬ: методы и инструментальные средства сбора, обработки и визуализации данных УМЕТЬ: проводить комплексный анализ, сбор и интеграцию сложных наборов данных	Инструментальные средства машинного обучения в трейдинге.
	Осуществляет рациональный выбор программного продукта в зависимости от поставленной задачи.	ЗНАТЬ: основные инструментальные средства машинного обучения и анализа данных УМЕТЬ: выбирать инструменты решения задач машинного обучения и анализа данных исходя из специфики данных и прикладной задачи	Средства визуализации финансовых временных рядов.
	Владеет навыками обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем.	ЗНАТЬ: основные понятия безопасности систем машинного обучения, нефункциональные требования к интеллектуальным системам	Основные требования к безопасности систем принятия решений в трейдинге.

		УМЕТЬ: проводить анализ нефункциональных требований к интеллектуальной программной системе	
ПКП-5 Способность применять методы и инструменты анализа данных и машинного обучения при подготовке аналитического обоснования финансово-экономических решений	Осуществляет обоснованный выбор методов и инструментов обработки данных для решения экономических и финансовых задач.	ЗНАТЬ: инструментальные средства (языки программирования, библиотеки, фреймворки) для интеллектуального анализа данных и машинного обучения УМЕТЬ: проводить обоснованный выбор инструментальных средств для проведения машинного обучения	Инструментальные средства прогнозирования временных рядов и классификации состояний рынка в трейдинге..
	Владеет навыками решения прикладных задач с использованием методов и инструментов анализа данных и машинного обучения.	ЗНАТЬ: основные методы машинного обучения, их специфику и области применения УМЕТЬ: применять основные модели и алгоритмы машинного обучения	Методы прогнозирования состояний рынка..

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Основные характеристики временных рядов котировок финансовых инструментов: цена открытия и закрытия торгов, минимальная и максимальная цена, объем торгов за день. Японские свечи.
2. Гипотеза эффективного рынка. Основные показатели финансовой отчетности: доход, прибыль, рентабельность и т.д. Использование этих показателей для принятия решений в трейдинге.
3. Постановки задач машинного обучения в трейдинге.
4. Факторные и результативные переменные в трейдинге.
5. Модели авторегрессии и скользящего среднего.
6. Модель ARIMA
7. Модель ARIMAX

8. Модель SARIMAX
9. Особенности применения модели CatBoost для прогнозирования временных рядов.
10. Особенности применения модели LightGBM для прогнозирования временных рядов.
11. Обогащение данных моделей машинного обучения в трейдинге.
12. Классификация состояний рынка как основная задача трейдинга.
13. Измерение качества моделей управления активами. Доходность портфеля как основная метрика качества моделей.
14. Особенности применения модели LightGBM для классификации состояний рынка.
15. Особенности применения модели CatBoost для классификации состояний рынка.
16. Оптимизация портфеля на основе сигналов моделей классификации с выбором наиболее эффективного набора активов для инвестирования.
17. Использование градиентного бустинга для классификации состояний рынка.
18. Использование скользящих окон для классификации состояний рынка.
19. Методы оценки волатильности финансовых активов.
20. Стресс-тестирование моделей.
21. Модель LSTM в трейдинге.
22. Модель DBN в трейдинге.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. основная литература:

1. Соловьев, В. И. Анализ данных в экономике: теория вероятностей, прикладная статистика, обработка и визуализация данных в Microsoft Excel: учебник для направления бакалавриата "Экономика и управление" / В. И. Соловьев; Финуниверситет. – Москва : Кнорус, 2019. – 498 с. – Текст : непосредственный. – То же. – 2023. – ЭБС BOOK.ru. – URL: <https://book.ru/book/946789> (дата обращения: 14.06.2023). — Текст : электронный.

2. Кондрашов, Ю. Н. Анализ данных и машинное обучение на платформе MS SQL Server: учебное пособие / Ю. Н. Кондрашов. — Москва : Русайнс, 2020. — 303 с. — Текст : непосредственный. — То же 2023. — ЭБС BOOK.ru. — URL: <https://book.ru/book/947076> (дата обращения: 14.06.2023). — Текст : электронный.

2. дополнительная литература:

3. Калинина, В. Н. Анализ данных: Компьютерный практикум: учебное пособие / В. Н. Калинина, В. И. Соловьев. — Москва : КНОРУС, 2017. — 166 с. — Текст: непосредственный. — То же 2022. — ЭБС BOOK.ru. – URL: <https://www.book.ru/book/942681> (дата обращения: 14.06.2023). — Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Информационно-образовательный портал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации <http://portal.ufrf.ru/>.
2. Сайт департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий. http://fa.ru/dep/data_analysis/

3. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ)
<http://elib.fa.ru/> (<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)
4. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znaniy.com>
7. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»
<https://urait.ru/>
8. Электронно-библиотечная система издательства Проспект
<http://ebs.prospekt.org/books>
9. Электронно-библиотечная система издательства Лань
<https://e.lanbook.com/>
10. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
11. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников»
<https://grebennikon.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
13. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
14. Финансовая справочная система «Финансовый директор»
<http://www.1fd.ru/>
15. Документация по Azure ML
<https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/machine-learning/studio/>
16. *Applied Machine Learning* / Microsoft. –
<https://www.edx.org/course/applied-machine-learning-microsoft-dat203-3x-1>
17. *Data Science Essentials* / Microsoft. –
<https://www.edx.org/course/data-science-essentials-microsoft-dat203-1x-3>
18. *Principles of Machine Learning* / Microsoft. –
<https://www.edx.org/course/principles-machine-learning-microsoft-dat203-2x-3>
19. Профессиональный ресурс по машинному обучению. –
<https://machinelearning.ru>

20. Специализация «Машинное обучение и анализ данных» / МФТИ и Яндекс. – <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям
(теоретический курс)

Самостоятельная работа студентов проходит аудиторно и внеаудиторно. Организации самостоятельной работы служит календарно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций и практических занятий.

При подготовке к лекции целесообразно предварительно познакомиться с ее содержанием по рекомендованным источникам и выделить наиболее трудные вопросы. Во время лекций следует конспектировать содержание лекции. После занятий следует провести работу с конспектом: отредактировать записи, оформить конспект. При оформлении целесообразно выделять специальным образом названия тем и формулировки вопросов, основные определения, формулировки теорем и примеры. Сделанные записи нужно сопоставить с учебниками и учебными пособиями и в случае расхождений проконсультироваться с преподавателем.

Методические указания по проведению практических занятий

Практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

1. проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
2. выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
3. разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;

4. рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
5. разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
6. корректировка заданий для самостоятельной работы студентов;
7. интерактивная форма – решение лабораторных работ по тематике занятия в малых группах (2-4 студента).

При подготовке к практическому занятию необходимо повторить или, если это требуется, изучить соответствующий теоретический материал. Во время занятия нужно точно следовать указаниям преподавателя к решению лабораторных работ. После занятий необходимо просмотреть полученные решения и восстановить имеющиеся пробелы или закончить решение. В случае затруднений отметить соответствующие задания и обратиться за консультацией к преподавателю.

Практические занятия проходят в интерактивной форме. Наряду с правильностью решения преподаватель учитывает также и активность студентов, направленную на решение предложенных задач.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

Пакет офисных программ;

Антивирус Kaspersky.

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Информационно-правовая система «Консультант Плюс»;

Информационно-правовая система «Гарант»;

Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Система комплексного раскрытия информации «СКРИН»: <https://skrin.ru>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации - не предусмотрены.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимо любое вычислительное средство – компьютер, смартфон или планшет. Предпочтительно использование компьютера. При этом возможно использование компьютеров компьютерных классах университета.

Все изучаемые технологии доступны на личных устройствах студентов в любой точке, где доступна сеть Интернет.