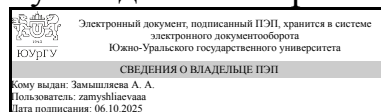


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.25 Анализ временных рядов
для направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

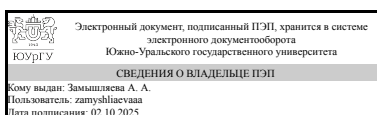
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

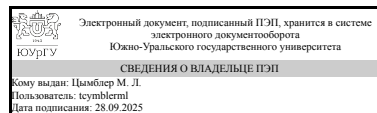
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденным приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 808

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., профессор



М. Л. Цымблер

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с основными методами и алгоритмами интеллектуального анализа временных рядов (ИАВР) — поиск по образцу, поиск аномалий, поиск паттернов, восстановление и прогноз; формирование навыков идентификации базовых задач ИАВР в реальных предметных областях и умений применять изученные методы и алгоритмы для их решения.

Краткое содержание дисциплины

Введение в дисциплину. Временные ряды в различных предметных областях. Особенности обработки временных рядов. Основные задачи анализа временных рядов: поиск по образцу, поиск аномалий, поиск шаблонов, восстановление и прогноз. Определения и нотация. Поиск подпоследовательностей по образцу. Поиск на основе Евклидовой метрики: алгоритм MASS. Динамическая трансформация времени (DTW). Поиск на основе DTW и нижних границ, алгоритм UCR-Suite. Поиск аномальных подпоследовательностей. Понятие диссонанса. Алгоритмы поиска диссонансов HOTSAX, DRAG, MERLIN. Поиск подпоследовательностей-паттернов. Поиск мотивов на основе матричного профиля (МП) с помощью алгоритмов STAMP, STOMP, SCRIMP. Поиск эволюционирующих паттернов (цепочек) с помощью алгоритма ATSC. Поиск поведенческих паттернов (сниппетов) на основе расстояния MPdist с помощью алгоритма SnippetFinder. Восстановление пропущенных значений. Постановка задачи. Механизмы возникновения пропущенных значений MCAR, MAR, MNAR. Обзор аналитических и нейросетевых методов восстановления. Метрики оценки качества восстановления. Прогноз. Постановка задачи. Компоненты временного ряда. Автокорреляция временного ряда. Стационарность и стабилизирующие преобразования ряда. Сглаживание ряда: скользящее среднее (простое, взвешенное, экспоненциальное), медианный фильтр, экспоненциальное (простое, методы Хольта и Хольта—Винтерса). Фильтрация ряда: фильтры низких и высоких частот, полосовые фильтры, фильтр Калмана. Модели прогноза AR, MA, ARMA, ARIMA, SARMA, SARIMA. Подбор параметров моделей. Анализ остатков. Построение прогноза. Модели прогноза для многомерных рядов VAR, VMA, VARMA..

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-17 Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знает: понятия временного ряда, его характеристики и классификация типов временных рядов Умеет: пользоваться библиотеками Python и R для эффективной обработки и анализа временных рядов Имеет практический опыт: использования инструментов для импорта, экспорта и хранения временных рядов; использования специализированного программного обеспечения

	для анализа временных рядов
ПК-2 [MF-4] Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ	Знает: - [И-1, ПУ] методы сглаживания и фильтрации временных рядов Умеет: - [И-1, ПУ] строить модели динамических систем для многомерных временных рядов и полей
ПК-5 [ML-3] Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения	Знает: - [И-2, ПУ] методы сглаживания временных рядов, уравнение линейного тренда и критерии проверки его значимости Умеет: - [И-2, ПУ] применять классические методы МО для временных рядов (ARIMA, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия с лагами) Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] построения прогноза временных рядов на основе классических методов МО; подбора параметров и анализа остатков моделей вида ARIMA
ПК-8 [BD-1] Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных	Знает: - [И-2, ПУ] основные подходы к заполнению пропусков в данных временных рядов и изображений Умеет: - [И-2, ПУ] применять методы поиска аномальных подпоследовательностей и паттернов во временных рядах (алгоритм MASS, поиск на основе DTW и нижних границ, поиск диссонансов, матричный профиль ряда) Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] поиска и устранения выбросов в данных временных рядов; поиска подпоследовательностей ряда по заданному образцу, аномальных подпоследовательностей, подпоследовательностей-паттернов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении, 1.О.22 Машинное обучение	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.22 Машинное обучение	Знает: -[И-1, ПУ] категории задач автоматического машинного обучения, -[И-1, ПУ] основные методы статистического машинного обучения, -[И-2, ПУ] различные архитектуры ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование), -[И-3, ПУ] базовые метрики качества обучения без учителя (silhouette score adjusted rand index) Умеет: -[И-2, ПУ] выбирать и адаптировать оптимальный

	алгоритм машинного обучения для конкретной задачи, -[И-1, ПУ] проводить одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации[И-4, ПУ] применять стандартные методы отбора признаков и выбирать оптимальное подмножество признаков, -[И-1, ПУ] анализировать специфику задачи с учётом современных трендов (например, использование AutoML для обработки больших данных, интеграция с MLOps), выбирать подходящие AutoML-инструменты, -[И-2, ПУ] применять методы байесовской классификации и ансамблевые методы МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей), а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях), -[И-1, ПУ] использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных Имеет практический опыт: -[И-3, ПУ] тестирования моделей перед развертыванием, оценки качества моделей машинного обучения, -[И-3, ПУ] использования методов понижения размерности и подбора оптимальной размерности в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии, -[И-1, ПУ] адекватного выбора методов статистического машинного обучения с учётом особенностей данных и задачи, -[И-2, ПУ] использования инструментов оценки качества моделей ранжирования и сравнения ранжирующих моделей между собой; применения методов обучения типа pairwise и listwise; использования различных архитектур ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование), -[И-3, ПУ] использования готовых инструментов для оценки качества кластеризации и других моделей без учителя
1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении	Знает: -[И-1, БУ] основные числовые характеристики статистических данных и методы их нахождения, источники данных: типы и формы представления данных (структурированные, полуструктурированные, неструктурированные); методы статистической обработки и визуализации данных; методологии сбора данных; современные технологии хранения больших объемов данных, -[И-1, БУ] основные требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, -[И-1, ПУ] опасности предвзятых данных Умеет: -[И-1, БУ] вычислять числовые характеристики статистических данных, применять методы визуализации данных, собирать и интегрировать разнородные наборы данных из разных источников, -[И-2, ПУ] подбирать

	инструментарий разметки данных под условия задачи, -[И-1, ПУ] проверять обучающую выборку на наличие различных искажений Имеет практический опыт: поиска и извлечения необходимых данных из различных источников; организации хранилищ данных и настройки инфраструктуры для хранения и быстрого доступа к данным, -[И-1, БУ] проверки данных на корректность, разметки данных, -[И-1, ПУ] анализа обучающей выборки на предмет репрезентативности, возможных искажений, скрытых предвзятостей
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	37,75	37,75
Работа в рамках исследовательской группы по методам интеллектуального анализа временных рядов	37,75	37,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в дисциплину	2	2	0	0
2	Поиск подпоследовательностей по образцу	10	5	0	5
3	Поиск аномальных подпоследовательностей	10	5	0	5
4	Поиск подпоследовательностей-паттернов	12	6	0	6
5	Восстановление временного ряда	10	4	0	6
6	Прогноз временного ряда	20	10	0	10

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1	1	Основные понятия: временной ряд, подпоследовательность. Особенности обработки временных рядов. Основные задачи интеллектуального анализа временных рядов: поиск аномалий, поиск мотивов, поиск по образцу, восстановление пропусков, прогноз.	2
2	2	Поиск на основе Евклидовой метрики: алгоритм MASS. Динамическая трансформация времени (DTW). Поиск на основе DTW и нижних границ, алгоритм UCR-Suite.	5
3	3	Понятие диссонанса. Алгоритмы поиска диссонансов HOTSAX, DRAG, MERLIN.	5
4	4	Поиск мотивов на основе матричного профиля (МП) с помощью алгоритмов STAMP, STOMP, SCRIMP. Поиск эволюционирующих паттернов (цепочек) с помощью алгоритма ATSC. Поиск поведенческих паттернов (сниппетов) на основе расстояния MPdist с помощью алгоритма SnippetFinder.	6
5	5	Постановка задачи. Механизмы возникновения пропущенных значений MCAR, MAR, MNAR. Обзор аналитических и нейросетевых методов восстановления. Метрики оценки качества восстановления.	4
6	6	Сглаживание ряда: скользящее среднее (простое, взвешенное, экспоненциальное), медианный фильтр, экспоненциальное (простое, методы Хольта и Хольта—Винтерса). Фильтрация ряда: фильтры низких и высоких частот, полосовые фильтры, фильтр Калмана.	4
7	6	Постановка задачи прогноза. Компоненты временного ряда. Автокорреляция временного ряда. Стационарность и стабилизирующие преобразования ряда. Модели AR (авторегрессия ряда), MA (скользящее среднее ряда), ARMA, ARIMA, SARMA, SARIMA. Подбор параметров моделей. Анализ остатков. Построение прогноза. Модели прогноза для многомерных рядов VAR, VMA, VARMA.	6

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Обработка временных рядов с применением различных функций расстояния	2
2	2	Поиск похожих подпоследовательностей временного ряда с помощью алгоритмов MASS и UCR-Suite	3
3	3	Поиск диссонансов временного ряда с помощью алгоритмов HOTSAX, DRAG и MERLIN.	5
4	4	Вычисление матричного профиля временного ряда и поиск аналитических примитивов на его основе.	2
5	4	Поиск сниппетов (поведенческих паттернов) временного ряда с помощью алгоритма SnippetFinder.	2
6	4	Поиск цепочек (эволюционирующих паттернов) временного ряда с помощью алгоритма ATSC.	2
7	5	Восстановление пропущенных значений временного ряда с помощью аналитических алгоритмов и нейросетевых моделей.	6
8	6	Сглаживание и фильтрация временного ряда с применением скользящего среднего и медианного фильтра.	4
9	6	Прогноз временного ряда с помощью модели ARIMA. и нейросетевых моделей.	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Работа в рамках исследовательской группы по методам интеллектуального анализа временных рядов	1. Imani S., Madrid F., Ding W., Crouter S.E., Keogh E.J. Introducing time series snippets: a new primitive for summarizing long time series // Data Min. Knowl. Discov. 2020. Vol. 34, no. 6. P. 1713-1743. https://doi.org/10.1007/s10618-020-00702-y 2. Nakamura T., Imamura M., Mercer R., Keogh E.J. MERLIN: Parameter-Free Discovery of Arbitrary Length Anomalies in Massive Time Series Archives // Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Data Mining, ICDM 2020, Sorrento, Italy, November 17-20, 2020. IEEE, 2020. P. 1190-1195. https://doi.org/10.1109/ICDM50108.2020.00147 3. Rakthanmanon T., Campana B.J.L., Mueen A., Batista G.E.A.P.A., Westover M.B., Zhu Q., Zakaria J., Keogh E.J. Addressing Big Data Time Series: Mining Trillions of Time Series Subsequences Under Dynamic Time Warping // ACM Trans. Knowl. Discov. Data. 2013. Vol. 7, no. 3. P. 10:1-10:31. https://doi.org/10.1145/2500489 4. Zhu Y., Gharghabi S., Silva D.F., Dau H.A., Yeh C.-C.M., Senobari N.S., Almaslakh A., Kamgar K., Zimmerman Z., Funning G.J., Mueen A., Keogh E.J. The Swiss army knife of time series data mining: ten useful things you can do with the matrix profile and ten lines of code // Data Min. Knowl. Discov. 2020. Vol. 34, no. 4. P. 949-979. https://doi.org/10.1007/s10618-019-00668-6 5. Yankov D., Keogh E.J., Rebbapragada U. Disk aware discord discovery: finding unusual time series in terabyte sized datasets // Knowl. Inf. Syst. 2008. Vol. 17, no. 2. P. 241-262. https://doi.org/10.1007/s10115-008-0131-9 6. Yeh C.-C.M., Zhu Y., Ulanova L., Begum N., Dau H.A., Silva D.F., Mueen A., Keogh E.J. Matrix Profile I: All Pairs Similarity Joins for Time Series: A Unifying View That Includes Motifs, Discords and Shapelets // Proceedings of the IEEE 16th International Conference on Data Mining, ICDM 2016, December 12-15, 2016, Barcelona, Spain. IEEE, 2016. P. 1317-1322. https://doi.org/10.1109/ICDM.2016.0179 7. Zhu Y., Imamura M., Nikovski D., Keogh E.J. Matrix Profile VII: Time Series Chains: A New Primitive for Time Series Data Mining // Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Data Mining, ICDM 2017, New Orleans, LA, USA, November 18-21, 2017.	5	37,75

	IEEE, 2017. P. 695-704. https://doi.org/10.1109/ICDM.2017.79 8. Shahcheraghi M., Mercer R., Rodrigues J.M.d. et al. Introducing Mplots: scaling time series recurrence plots to massive datasets // Journal of Big Data . 2024. Vol. 11, no. 96. https://doi.org/10.1186/s40537-024-00954-1 9. Mercer R., Keogh E. Novelets: a new primitive that allows online detection of emerging behaviors in time series // Knowledge and Information Systems. 2023. Vol. 66, no. 1. P. 59-87. https://doi.org/10.1007/s10115-023-01936-0 10. Tafazoli S. et al. Matrix Profile XXIX: C22MP, Fusing catch 22 and the Matrix Profile to Produce an Efficient and Interpretable Anomaly Detector // Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), Shanghai, China, 2023. P. 568-577. https://doi.org/10.1109/ICDM58522.2023.00066.		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Функции расстояния, уровень "базовый"	8	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: - Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). - При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий	зачет

					оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
2	5	Текущий контроль	Функции расстояния, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	4	10 Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ;	зачет

					-2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
3	5	Текущий контроль	Функции расстояния, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач промышленных партнеров)	3	10 Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов;	зачет

						-5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
4	5	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "базовый"	8	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	зачет
5	5	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач промышленных партнеров)	4	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются	зачет

					корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.		
6	5	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач промышленных партнеров)	3	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном	зачет

					невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
7	5	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "базовый"	8	10 Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения	зачет

					-1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.		
8	5	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	4	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа;	зачет

						-4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
9	5	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	3	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	зачет
10	5	Текущий контроль	Поиск паттернов, уровень "базовый"	8	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и	зачет

					корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.		
11	5	Текущий контроль	Поиск паттернов, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	4	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.	зачет

					При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.		
12	5	Текущий контроль	Поиск паттернов, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	3	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения	зачет

					разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.		
13	5	Текущий контроль	Восстановление ряда, уровень "базовый"	8	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа;	зачет

						-3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
14	5	Текущий контроль	Восстановление ряда, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	4	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	зачет
15	5	Текущий контроль	Восстановление ряда, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	3	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом,	зачет

			партнеров)			соответствует поставленной задаче и корректно выполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
16	5	Текущий контроль	Прогноз ряда, уровень "базовый"	8	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно выполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их	зачет

					визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
17	5	Текущий контроль	Прогноз ряда, уровень "продвинутый" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	4	10 Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается.	зачет

					* Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
18	5	Текущий контроль	Прогноз ряда, уровень "эксперт" (выполняется на наборах данных из задач индустриальных партнеров)	3	10 Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом, соответствует поставленной задаче и корректно исполняется (выдаются корректные результаты на заданных наборах данных с различными значениями параметров). 2. При защите решения студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя касательно разработанного исходного кода и содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию. При полном или частичном невыполнении указанных условий оценка задания получается вычитанием из максимального балла штрафных баллов в соответствии со следующей градацией: * Компиляция и запуск разработанного решения -10 баллов: исходный код не компилируется или не запускается. * Корректность исполнения разработанного решения -1 балл: 1 некорректный ответ; -2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов. * Корректность ответов студента на контрольные вопросы -1 балл: 1 некорректный ответ;	зачет

						-2 балла: 2-3 некорректных ответа; -3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
19	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Введение в дисциплину"	1	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
20	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Функции расстояния"	1	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
21	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск по образцу"	1	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
22	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск аномалий"	1	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
23	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск паттернов"	2	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
24	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Восстановление ряда"	2	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест	зачет

						состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	
25	5	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Прогноз ряда"	2	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
26	5	Промежуточная аттестация	Компьютерное тестирование	-	25	Промежуточная аттестация проводится во время экзамена в виде компьютерного теста. Тест состоит из 25 равноценных вопросов (под 5 вопросов на каждую из пяти тем курса), позволяющих оценить сформированность компетенций по курсу в целом, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 45 мин.	зачет
27	5	Бонус	Бонусное задание	-	15	Бонусное задание заключается в проведении студентом исследования по тематике интеллектуального анализа временных рядов. Конкретная тема согласовывается с преподавателем дисциплины в начале семестра и связана с решением одной из маломасштабных задач (подзадач) индустриального партнера. Задание предполагает освоение студентом 1-3 научных статей из высокорейтинговых журналов и разработку на основе изученного материала прототипа решения выбранной задачи. Выполнение бонусного задания оценивается от 0 до 15 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Подготовлена презентация, раскрывающая суть изученного материала научных статей и предлагаемого на его основе решения задачи. 2. Подготовлен самодокументируемый код решения и набор(ы) данных для демонстрации его работоспособности. 3. Разработанное решение соответствует поставленной задаче и корректно исполняется. 4. При защите задания студент дает быстрые и четкие ответы на контрольные вопросы преподавателя	зачет

[illegible]

5. Nakamura T., Mercer R., Imamura M., Keogh E.J.: MERLIN++: Parameter free discovery of time series anomalies. Data Min. Knowl. Discov. 2023. Vol. 37, no. 2. P. 670-709. <https://doi.org/10.1007/s10618-022-00876-7>
6. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: МИРЭА, 2021.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Zhu Y., Gharghabi S., Silva D.F., Dau H.A., Yeh C.-C.M., Senobari N.S., Almaslukh A., Kamgar K., Zimmerman Z., Funning G.J., Mueen A., Keogh E.J. The Swiss army knife of time series data mining: ten useful things you can do with the matrix profile and ten lines of code // Data Min. Knowl. Discov. 2020. Vol. 34, no. 4. P. 949-979. <https://doi.org/10.1007/s10618-019-00668-6>
2. Lubba C.H., Sethi S.S., Knaute P., Schultz S.R., Fulcher B.D., Jones N.S. catch22: Canonical time-series characteristics - selected through highly comparative time-series analysis. Data Min. Knowl. Discov. 2019. Vol. 33, no. 6. P. 1821-1852. <https://doi.org/10.1007/s10618-019-00647-x>
3. Imani S., Madrid F., Ding W., Crouter S.E., Keogh E.J. Introducing time series snippets: a new primitive for summarizing long time series // Data Min. Knowl. Discov. 2020. Vol. 34, no. 6. P. 1713-1743. <https://doi.org/10.1007/s10618-020-00702-y>
4. Zhu Y., Imamura M., Nikovski D., Keogh E.J. Introducing time series chains: A new primitive for time series data mining. Knowl. Inf. Syst. 2019. Vol. 60, no. 2. P. 1135-1161. <https://doi.org/10.1007/s10115-018-1224-8>
5. Nakamura T., Mercer R., Imamura M., Keogh E.J.: MERLIN++: Parameter free discovery of time series anomalies. Data Min. Knowl. Discov. 2023. Vol. 37, no. 2. P. 670-709. <https://doi.org/10.1007/s10618-022-00876-7>
6. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: МИРЭА, 2021.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	eLIBRARY.RU	Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: МИРЭА, 2021. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46489478
2	Основная литература	eLIBRARY.RU	Целых А. Н., Васильев В. С., Котов Э. М. Применение временных рядов для анализа больших данных. ЮФУ, 2021. 83 с. ISBN 978-5-9275-3983-3. https://elibrary.ru/item.asp?id=48115822
3	Основная литература	eLIBRARY.RU	Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных. М.: АйПиАр Медиа, 2022. 843 с. ISBN 978-5-4497-1470-1. https://elibrary.ru/item.asp?id=48365049
4	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Орлова Е.В. Временные ряды в экономике: анализ, моделирование, прогноз. Уфа: УГАТУ, 2017. 206 с. ISBN: 978-5-4221-0966-1. https://elibrary.ru/item.asp?id=32309835

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		Проектор
Практические занятия и семинары		Персональный компьютер