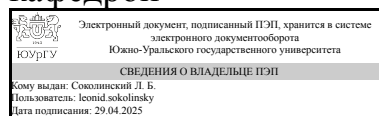


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



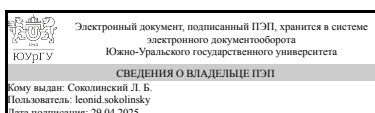
Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.05 Анализ и прогнозирование временных рядов методами искусственного интеллекта
для направления 09.04.04 Программная инженерия
уровень Магистратура
магистерская программа Искусственный интеллект и инженерия данных
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

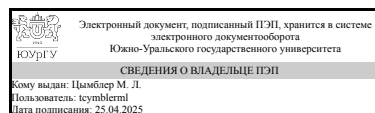
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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



Л. Б. Соколинский

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



М. Л. Цымблер

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление обучающихся с основными методами и алгоритмами решения задач интеллектуального анализа временных рядов.

Краткое содержание дисциплины

Введение в дисциплину. Основные понятия: временной ряд, подпоследовательность. Основные задачи интеллектуального анализа временных рядов: поиск аномалий, поиск мотивов, поиск по образцу, восстановление пропусков, прогноз. Поиск аномалий во временных рядах. Понятие диссонанса. Кусочно-агрегатное сжатие (PAA, Piecewise Aggregate Approximation), Символьно-агрегатное кодирование (SAX, Symbolic Aggregate Approximation). Алгоритм HotSAX. Понятие диапазонного диссонанса. Алгоритмы DRAG и MERLIN. Поиск подпоследовательностей по образцу. Формальное определение и обзор подходов к решению задачи. Алгоритм UCR-DTW. Мера динамической трансформации времени (DTW, Dynamic Time Warping). Z-нормализация подпоследовательностей. Техника нижних границ: границы LBKim, LBKeogh, LBKeoghEC, каскадное применение нижних границ. Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе. Понятие матричного профиля. Алгоритм SCAMP вычисления матричного профиля. Поиск мотивов. Мера схожести MPdist. Поиск сниппетов (типичных подпоследовательностей). Поиск цепочек (эволюционирующих шаблонов). Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда. Алгоритмы HotDeck, kNN, REBOM, TKCM. Модель ARIMA. Нейросетевые методы прогнозирования временных рядов: сеть с долговременной и кратковременной памятью (Long short term memory, LSTM), сеть с управляемыми рекуррентными блоками (Gated Recurrent Units, GRU).

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Способен разрабатывать системы хранения и обработки больших данных	Знает: определения базовых задач интеллектуального анализа временных рядов (поиск подпоследовательностей по образцу, поиск аномалий, поиск шаблонов, восстановление пропущенных значений, прогноз) и основные методы, подходы и алгоритмы их решения Умеет: выполнять проектирование и реализацию приложений и подпрограмм, выполняющих подготовку временных рядов для выполнения их интеллектуального анализа Имеет практический опыт: реализации приложений и подпрограмм, выполняющих интеллектуальный анализ временных рядов, с помощью современных языков и инструментов программирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Методы и системы обработки больших данных	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Методы и системы обработки больших данных	Знает: фундаментальные знания в области разработки систем управления большими данными Умеет: осуществлять первичный сбор и анализ материала в области разработки систем управления большими данными Имеет практический опыт: анализа и оптимизации найденных решений в области разработки систем управления большими данными

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 58,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	85,5	85,5
Подготовка к контрольным опросам	85,5	85,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в дисциплину	6	2	4	0
2	Поиск подпоследовательностей по образцу	6	2	4	0
3	Поиск аномалий во временных рядах	8	4	4	0
4	Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе	16	4	12	0
5	Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда	12	4	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия: временной ряд, подпоследовательность. Основные задачи интеллектуального анализа временных рядов: поиск аномалий, поиск мотивов, поиск по образцу, восстановление пропусков, прогноз.	2
2	2	Формальное определение задачи поиска подпоследовательностей по образцу. Поиск на основе евклидова расстояния: алгоритм MASS. Поиск на основе динамической трансформации времени (DTW, Dynamic Time Warping): алгоритм UCR-DTW.	2
3	3	Понятие диссонанса. Алгоритм HOTSAX. Понятие диапазонного диссонанса. Алгоритмы DRAG и MERLIN.	4
4	4	Понятие матричного профиля. Алгоритмы вычисления матричного профиля. Аналитические примитивы на основе концепции матричного профиля: снippets (поведенческие шаблоны), цепочки (эволюционирующие шаблоны).	4
5	5	Задачи восстановления и прогноза. Механизмы возникновения пропущенных значений MCAR, MAR, MNAR. Меры ошибки восстановления (прогноза). Аналитические алгоритмы восстановления на основе шаблонов и матричного разложения. Нейросетевые методы восстановления. Модель ARIMA.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Обработка временных рядов с применением различных функций расстояния (схожести).	4
2	2	Поиск похожих подпоследовательностей временного ряда с помощью алгоритма UCR-DTW.	4
3	3	Поиск диссонансов временного ряда с помощью алгоритмов HOTSAX, DRAG и MERLIN.	4
4	4	Вычисление матричного профиля временного ряда и поиск аналитических примитивов на его основе.	4
5	4	Поиск снippets (поведенческих шаблонов) временного ряда с помощью алгоритма SnippetFinder.	4
6	4	Поиск цепочек (эволюционирующих шаблонов) временного ряда с помощью алгоритма ATSC.	4
7	5	Восстановление пропущенных значений временного ряда с помощью аналитических алгоритмов.	2
8	5	Восстановление пропущенных значений временного ряда с нейросетевых моделей.	3
9	5	Прогноз временного ряда с помощью модели ARIMA.	3

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольным опросам	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., 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 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. IEEE, 2017. P. 695-704. https://doi.org/10.1109/ICDM.2017.79	3	85,5

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	3	Текущий контроль	Базис, уровень "удовлетворительно"	8,5	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;	экзамен

						-4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
2	3	Текущий контроль	Базис, уровень "хорошо"	2	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.	экзамен
3	3	Текущий контроль	Базис, уровень "отлично"	2	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	экзамен

					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.		
4	3	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "удовлетворительно"	8,5	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 визуализацию.	экзамен

						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.	
5	3	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "хорошо"	2	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	экзамен

					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	3	Текущий контроль	Поиск по образцу, уровень "отлично"	2	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;	экзамен

						-3 балла: 3-4 некорректных ответа; -4 балла: 5 некорректных ответов; -5 баллов: 6 и более некорректных ответов.	
7	3	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "удовлетворительно"	8,5	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.	экзамен
8	3	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "хорошо"	2	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанного студентом,	экзамен

					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.		
9	3	Текущий контроль	Поиск аномалий, уровень "отлично"	2	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,	экзамен

					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.	
10	3	Текущий контроль	Матричный профиль, уровень "удовлетворительно"	8,5	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.	экзамен

					* 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	3	Текущий контроль	Матричный профиль, уровень "хорошо"	2	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;	экзамен

						-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	3	Текущий контроль	Матричный профиль, уровень "отлично"	2	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения, разработанный 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.	экзамен
13	3	Текущий контроль	Поведенческие шаблоны (сниппеты), уровень "удовлетворительно"	8,5	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий: 1. Исходный код решения,	экзамен

					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.		
14	3	Текущий контроль	Поведенческие шаблоны (сниппеты), уровень "хорошо"	2	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	экзамен

						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.	
15	3	Текущий контроль	Поведенческие шаблоны (снимпеты), уровень "отлично"	2	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	экзамен

					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	3	Текущий контроль	Эволюционные шаблоны (цепочки), уровень "удовлетворительно"	8,5	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	экзамен

						-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	3	Текущий контроль	Эволюционные шаблоны (цепочки), уровень "хорошо"	2	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.	экзамен
18	3	Текущий контроль	Эволюционные шаблоны (цепочки), уровень "отлично"	2	10	Выполнение практического задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при одновременном выполнении следующих условий:	экзамен

					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.		
19	3	Текущий контроль	Восстановление и прогноз, уровень "удовлетворительно"	9	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	экзамен

					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.	
20	3	Текущий контроль	Восстановление и прогноз, уровень "хорошо"	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	экзамен

					-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.	
21	3	Текущий контроль	Восстановление и прогноз, уровень "отлично"	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	экзамен

						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.	
22	3	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.	экзамен
23	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск по образцу"	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.	экзамен
24	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск аномалий"	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.	экзамен
25	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Матричный профиль"	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.	экзамен
26	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Восстановление и прогноз"	3	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	экзамен

						прохождение теста – не менее 15 минут.	
27	3	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.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля следующим образом: • Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. • Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. • Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. • Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 25 вопросов. На выполнение теста дается 45 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ПК-6	Знает: определения базовых задач интеллектуального анализа временных рядов (поиск подпоследовательностей по образцу, поиск аномалий, поиск шаблонов, восстановление пропущенных значений, прогноз) и основные методы, подходы и алгоритмы их решения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Умеет: выполнять проектирование и реализацию приложений и подпрограмм, выполняющих подготовку временных рядов для выполнения их интеллектуального анализа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: реализации приложений и подпрограмм, выполняющих интеллектуальный анализ временных рядов, с помощью современных языков и инструментов программирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. IEEE transactions on neural networks and learning systems [Текст] науч.-техн. журн. IEEE Computational Intelligence Soc. журнал. - Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012-

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Communications of the ACM : науч. журн. / Assoc. for Computing Machinery. - New York : ACM, 1970-. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: МИРЭА, 2021.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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
Практические занятия и семинары		Персональный компьютер
Лекции		Проектор