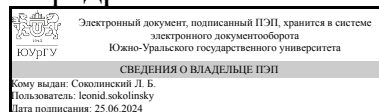


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



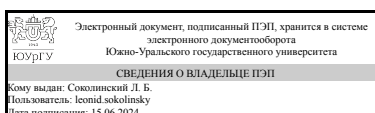
Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М0.03 Анализ и прогнозирование временных рядов методами искусственного интеллекта  
**для направления** 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Машинное обучение и анализ больших данных  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Системное программирование

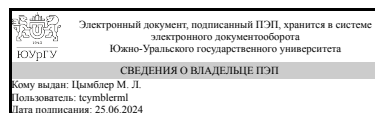
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 811

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 (РАА, 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, ТКСМ. 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-1 Способен разрабатывать системы хранения и обработки больших данных, в том числе на основе методов искусственного интеллекта	Знает: основные задачи интеллектуального анализа временных рядов и методы их решения Умеет: проектировать предварительную обработку данных временных рядов и нейронные сети для решения задач анализа временных рядов Имеет практический опыт: применения аналитических алгоритмов и нейронных сетей для поиска мотивов, аномалий и восстановления пропущенных значений временного ряда

## 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, Интеллектуальный анализ данных, Анализ естественного языка методами	Не предусмотрены

искусственного интеллекта, Глубокие нейронные сети	
---	--

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

Дисциплина	Требования
Глубокие нейронные сети	<p>Знает: специализированные библиотеки для создания искусственных нейронных сетей, классы задач обработки больших данных на основе методов искусственных нейронных сетей, математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения</p> <p>Умеет: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей</p> <p>Имеет практический опыт: создания и обучения искусственных нейронных сетей с применением специализированных библиотек, формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода</p>
Методы и системы обработки больших данных	<p>Знает: фундаментальные знания в области разработки систем управления большими данными</p> <p>Умеет: осуществлять первичный сбор и анализ материала в области разработки систем управления большими данными</p> <p>Имеет практический опыт: анализа и оптимизации найденных решений в области разработки систем управления большими данными</p>
Интеллектуальный анализ данных	<p>Знает: современные методы проектирования, разработки, отладки и тестирования приложений интеллектуального анализа данных, методы подготовки данных и оценки эффективности моделей интеллектуального анализа данных, определения, технологический цикл и основные методы решения базовых задач интеллектуального анализа данных (поиск шаблонов, классификация, кластеризация, поиск аномалий)</p> <p>Умеет: применять современные инструментальные средства для разработки приложений интеллектуального анализа данных, применять методы подготовки данных и оценки эффективности аналитических моделей для разработки приложений интеллектуального анализа данных, выполнять проектирование</p>

	приложений интеллектуального анализа данных Имеет практический опыт: применения современного программного инструментария для разработки приложений интеллектуального анализа данных, применения программных средств для подготовки данных и оценки эффективности моделей интеллектуального анализа данных, разработки приложений интеллектуального анализа данных
Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта	Знает: типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения для решения задач обработки естественного языка Умеет: применять типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов при проектировании программного обеспечения Имеет практический опыт: проектирования и реализации приложений для решения задач обработки естественного языка с использованием методов машинного обучения и нейронных сетей

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<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>	51,5	51,5	
Подготовка к контрольным опросам	51,5	51,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
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	2	2	0	0
2	Поиск подпоследовательностей по образцу	6	2	4	0
3	Поиск аномалий во временных рядах	12	4	8	0

4	Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе	14	4	10	0
5	Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда	14	4	10	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 и обзор подходов к решению задачи поиска подпоследовательностей по образцу. Мера динамической трансформации времени (DTW, Dynamic Time Warping). Z-нормализация подпоследовательностей. Техника нижних границ: границы LBKim, LBKeogh, LBKeoghEC, каскадное применение нижних границ.	2
3	3	Понятия выброса и диссонанса. Статистические методы поиска выбросов. Кусочно-агрегатное сжатие (PAA, Piecewise Aggregate Approximation), Символьно-агрегатное кодирование (SAX, Symbolic Aggregate Approximation). Алгоритм HotSAX. Понятие диапазонного диссонанса. Алгоритмы DRAG и MERLIN.	4
4	4	Понятие матричного профиля. Алгоритм SCAMP вычисления матричного профиля. Поиск мотивов. Мера схожести MPdist. Поиск сниппетов (типичных подпоследовательностей). Поиск цепочек (эволюционирующих шаблонов).	4
5	5	Аналитические алгоритмы HotDeck, kNN, REBOM, ТКМ. 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).	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Поиск похожих подпоследовательностей временного ряда с помощью алгоритма UCR-DTW.	4
2	3	Поиск выбросов временного ряда с помощью статистических методов.	3
3	3	Поиск диссонансов временного ряда с помощью алгоритмов DRAG и MERLIN.	5
4	4	Вычисление матричного профиля временного ряда с помощью алгоритма SCAMP. Поиск мотивов и диссонансов ряда с помощью матричного профиля ряда.	4
5	4	Поиск типичных подпоследовательностей временного ряда с помощью алгоритма SnippetFinder. Поиск эволюционирующих шаблонов временного ряда с помощью алгоритма ATSC.	6
6	5	Восстановление пропущенных значений временного ряда с помощью простых аналитических алгоритмов.	2
7	5	Восстановление пропущенных значений временного ряда с помощью модели ARIMA.	3
8	5	Прогнозирование значений временного ряда с помощью нейронных сетей с	5

### 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	<p>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. <a href="https://doi.org/10.1007/s10618-020-00702-y">https://doi.org/10.1007/s10618-020-00702-y</a></p> <p>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. <a href="https://doi.org/10.1109/ICDM50108.2020.00147">https://doi.org/10.1109/ICDM50108.2020.00147</a></p> <p>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. <a href="https://doi.org/10.1145/2500489">https://doi.org/10.1145/2500489</a></p> <p>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. <a href="https://doi.org/10.1007/s10618-019-00668-6">https://doi.org/10.1007/s10618-019-00668-6</a></p> <p>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. <a href="https://doi.org/10.1007/s10115-008-0131-9">https://doi.org/10.1007/s10115-008-0131-9</a></p> <p>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-</p>	3	51,5

	1322. <a href="https://doi.org/10.1109/ICDM.2016.01797">https://doi.org/10.1109/ICDM.2016.01797</a> . 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. <a href="https://doi.org/10.1109/ICDM.2017.79">https://doi.org/10.1109/ICDM.2017.79</a>		
--	--	--	--

## 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	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
2	3	Текущий контроль	Поиск по образцу с использованием меры DTW	2	10	Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью): 1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и	экзамен

					<p>выходных параметров соответственно);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;</li> <li>– при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</li> </ul> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</li> </ul> <p>3. Понимание разработанного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</li> </ul> <p>4. Понимание полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</li> </ul> <p>5. Готовность отчета</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</li> </ul>		
3	3	Текущий контроль	Поиск по образцу с использованием подхода UCR-DTW	4	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p>	экзамен



					<p>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно); – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора; – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами;</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.	
4	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск подпоследовательностей 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
5	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью алгоритма DRAG	3	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; <ul style="list-style-type: none"> <li>– код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);</li> <li>– код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;</li> <li>– при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</li> </ul> </li> <li>2. Корректная визуализация полученных результатов – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</li> <li>3. Понимание разработанного решения <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и</li> </ul> </li> </ol>	экзамен

					<p>четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
6	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью алгоритма MERLIN	4	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно); – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора; – при исполнении кода на заданном наборе данных и с</p>	экзамен

					<p>различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
7	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск аномалий во временных рядах"	2	10	<p>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.</p>	экзамен
8	3	Текущий контроль	Вычисление матричного профиля	3	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев</p>	экзамен

					<p>(критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи  – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче;  – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);  – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;  – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов  – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения  – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов  – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета  – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией:  формулировка задания;  гиперссылка на каталог</p>
--	--	--	--	--	---

					репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.	
9	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью матричного профиля ряда	4	10	экзамен
<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи  – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче;  – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);  – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;  – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов  – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения  – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов  – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы</p>						

					<p>преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета</p> <p>– студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией:  формулировка задания;  гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами;  рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
10	3	Текущий контроль	Поиск мотивов с помощью матричного профиля ряда	4	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи</p> <p>– представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче;</p> <p>– код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);</p> <p>– код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;</p> <p>– при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов</p> <p>– представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в</p>	экзамен

					<p>задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
11	3	Текущий контроль	Поиск типичных подпоследовательностей с помощью матричного профиля ряда	5	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно); – код компилируется без синтаксических ошибок и</p>	экзамен



					<p>предупреждений компилятора;  – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов  – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения  – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов  – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета  – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией:  формулировка задания;  гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами;  рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
12	3	Текущий контроль	Поиск эволюционирующих шаблонов с помощью матричного профиля ряда	5	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи  – представленный студентом</p>	экзамен

					<p>программный код четко соответствует поставленной задаче;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);</li> <li>– код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;</li> <li>– при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</li> </ul> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</li> </ul> <p>3. Понимание разработанного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</li> </ul> <p>4. Понимание полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</li> </ul> <p>5. Готовность отчета</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</li> </ul>	
--	--	--	--	--	---	--

13	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе"	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
14	3	Текущий контроль	Восстановление пропущенных значений ряда с помощью аналитических алгоритмов	3	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи  – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче;  – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно);  – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;  – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов  – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения  – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p>	экзамен

					<p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
15	3	Текущий контроль	Прогнозирование временного ряда с помощью модели ARIMA	1	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и выходных параметров соответственно); – код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора; – при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</p> <p>2. Корректная визуализация</p>	экзамен

					<p>полученных результатов – представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</p> <p>3. Понимание разработанного решения – студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</p> <p>4. Понимание полученных результатов – студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</p> <p>5. Готовность отчета – студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</p>		
16	3	Текущий контроль	Прогнозирование временного ряда с помощью рекуррентной нейронной сети	4	10	<p>Выполнение задания оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальная оценка выставляется при полном выполнении каждого из следующих пяти критериев (критерий оценивается от 0 до 2 баллов: 0 - не выполнен, 1 - выполнен частично, 2 - выполнен полностью):</p> <p>1. Корректное решение поставленной задачи – представленный студентом программный код четко соответствует поставленной задаче; – код документирован: файлы и подпрограммы исходного кода содержат спецификации (комментарии с описанием семантики кода в файле и описание семантики входных и</p>	экзамен

					<p>выходных параметров соответственно);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– код компилируется без синтаксических ошибок и предупреждений компилятора;</li> <li>– при исполнении кода на заданном наборе данных и с различными значениями параметров, указанными в задании, выдаются корректные результаты.</li> </ul> <p>2. Корректная визуализация полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представленный студентом код корректно строит диаграммы/графики, указанные в задании.</li> </ul> <p>3. Понимание разработанного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на контрольные вопросы преподавателя, касающиеся разработанной программы.</li> </ul> <p>4. Понимание полученных результатов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент в состоянии быстро и четко ответить на вопросы преподавателя, касающиеся содержательного смысла полученных результатов, включая их визуализацию.</li> </ul> <p>5. Готовность отчета</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студентом подготовлен отчет о выполнении задания, представляющий собой связный и структурированный документ со следующей информацией: формулировка задания; гиперссылка на каталог репозитория с исходными текстами, наборами данных и др. сопутствующими материалами; рисунки с результатами визуализации; пояснения, раскрывающие смысл полученных результатов.</li> </ul>		
17	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда"	2	10	<p>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</p>	экзамен

					прохождение теста – не менее 15 минут.		
18	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	<p>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</p>	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
ПК-1	Знает: основные задачи интеллектуального анализа временных рядов и методы их решения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: проектировать предварительную обработку данных временных рядов и нейронные сети для решения задач анализа временных рядов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения аналитических алгоритмов и нейронных сетей для поиска мотивов, аномалий и восстановления пропущенных значений временного ряда	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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. IEEE transactions on computers : науч.-техн. журн. / IEEE Computer Soc.. - New York : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1981-. -
2. Journal of the Association for Computing Machinery : науч. журн.. - New York, N.Y. : Association for Computing Machinery, 1965-. -

#### 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. <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46489478">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46489478</a>
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. <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=48115822">https://elibrary.ru/item.asp?id=48115822</a>
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 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=48365049">https://elibrary.ru/item.asp?id=48365049</a>
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 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=32309835">https://elibrary.ru/item.asp?id=32309835</a>

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