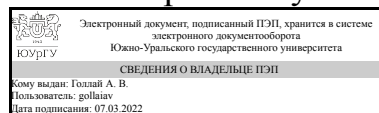


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



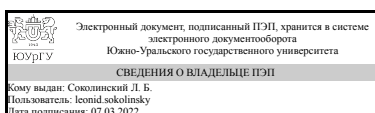
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.01 Анализ и прогнозирование временных рядов методами искусственного интеллекта
для направления 09.04.04 Программная инженерия
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

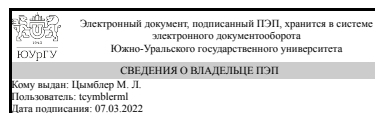
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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



Л. Б. Соколинский

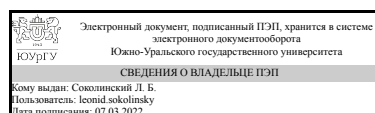
Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., профессор



М. Л. Цымблер

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

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-10 Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	Знает: специфику сфер и отраслей, для которых реализуется проект по аналитике больших данных Умеет: формировать матрицу приоритетов, включая критерии отбора проектов для реализации Имеет практический опыт: поиска типичных подпоследовательностей временного ряда

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

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	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение индивидуального задания	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	2

		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.	
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 LSTM и GRU блоками.	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
Выполнение индивидуального	1. Imani S., Madrid F., Ding W., Crouter S.E.,	3	51,5

задания	<p>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</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. https://doi.org/10.1109/ICDM50108.2020.001473</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. https://doi.org/10.1145/2500489</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. https://doi.org/10.1007/s10618-019-00668-6</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. https://doi.org/10.1007/s10115-008-0131-9</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. 1317-1322. https://doi.org/10.1109/ICDM.2016.0179</p> <p>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</p>		
---------	--	--	--

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	1	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы "Введение в дисциплину". Время на опрос: 15 минут. Макс балл: 2. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	экзамен
2	3	Текущий контроль	Поиск по образцу с использованием меры DTW	1	3	3 балла: задание полностью выполнено 1-2: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
3	3	Текущий контроль	Поиск по образцу с использованием подхода UCR-DTW	1	5	5 баллов: задание полностью выполнено 1-4: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
4	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск подпоследовательностей по образцу"	1	2	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы "Поиск подпоследовательностей по образцу". Время на опрос: 15 минут. Макс балл: 2. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	экзамен
5	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью алгоритма DRAG	1	7	7 баллов: задание полностью выполнено 1-6: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен

6	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью алгоритма MERLIN	1	10	10 баллов: задание полностью выполнено 1-9: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
7	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Поиск аномалий во временных рядах"	1	3	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы "Поиск аномалий во временных рядах". Время на опрос: 15 минут. Макс балл: 2. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	экзамен
8	3	Текущий контроль	Вычисление матричного профиля	1	6	6 баллов: задание полностью выполнено 1-5: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
9	3	Текущий контроль	Поиск диссонансов с помощью матричного профиля ряда	1	6	6 баллов: задание полностью выполнено 1-5: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
10	3	Текущий контроль	Поиск мотивов с помощью матричного профиля ряда	1	7	7 баллов: задание полностью выполнено 1-6: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
11	3	Текущий контроль	Поиск типичных подпоследовательностей с помощью матричного профиля ряда	1	9	9 баллов: задание полностью выполнено 1-8: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
12	3	Текущий контроль	Поиск эволюционирующих шаблонов с помощью матричного профиля ряда	1	9	9 баллов: задание полностью выполнено 1-8: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
13	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе"	1	4	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы "Матричный профиль временного ряда и примитивы анализа данных на его основе". Время на опрос: 15 минут. Макс балл: 3. При оценивании результатов мероприятия используется	экзамен

						балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	
14	3	Промежуточная аттестация	Восстановление пропущенных значений ряда с помощью аналитических алгоритмов	-	6	6 баллов: задание полностью выполнено 1-5: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
15	3	Текущий контроль	Прогнозирование временного ряда с помощью модели ARIMA	1	10	10 баллов: задание полностью выполнено 1-9: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
16	3	Текущий контроль	Прогнозирование временного ряда с помощью рекуррентной нейронной сети	1	10	10 баллов: задание полностью выполнено 1-9: задание выполнено частично 0: задание не выполнено	экзамен
17	3	Текущий контроль	Контрольный опрос по теме "Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда"	1	4	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения темы "Восстановление пропусков и прогноз значений временного ряда". Время на опрос: 15 минут. Макс балл: 3. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	экзамен
18	3	Промежуточная аттестация	Компьютерное тестирование	-	40	Промежуточная аттестация включает компьютерное тестирование. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена. Тест состоит из 20 равноценных вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего	экзамен

					<p>контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %</p> <p>Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).</p>
--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) 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 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

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-10	Знает: специфику сфер и отраслей, для которых реализуется проект по аналитике больших данных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-10	Умеет: формировать матрицу приоритетов, включая критерии отбора проектов для реализации	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-10	Имеет практический опыт: поиска типичных подпоследовательностей 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:

1. Computing and Informatics [Текст] науч. журн. Slovak Acad. of Science журнал. - Bratislava: Slovak Academy of Science, 2002-

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

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

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
-------------	--------	--

Лекции		Проектор
Практические занятия и семинары		Персональный компьютер