

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 18.08.2025 13:54:38

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e739a70e315174f88591

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»**

Школа вычислительных социальных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

В.В. Волков

« 26 » *августа* 2025 г.

Протокол УС № *2* от *26.02* 2025 г.



**Рабочая программа дисциплины
Продвинутый сетевой анализ**

**образовательная программа
направление подготовки
09.04.03 Прикладная информатика**

**направленность (профиль) программы
«Прикладной анализ данных и искусственный интеллект»
уровень высшего образования – магистратура**

**язык обучения – русский
форма обучения - очная**

Санкт-Петербург

Автор:

Аркатов Д.А., кандидат политических наук, доцент Школы вычислительных социальных наук по направлению Социология

Рецензент:

Тенишева К.А., кандидат социологических наук, доцент направления Социология, директор программ по направлению Социология Школы Вычислительных социальных наук

Рабочая программа дисциплины **«Продвинутый сетевой анализ»**, входящей в образовательную программу уровня магистратуры **«Прикладной анализ данных и искусственный интеллект»**, утверждена на заседании Совета Школы вычислительных социальных наук

Протокол заседания № 04 от 25.02.2025 года

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «**Продвинутый сетевой анализ**» является дисциплиной базовой части основной профессиональной образовательной программы высшего образования «Вычислительная

Дисциплина «**Продвинутый сетевой анализ**» является введением в современные методы анализа сетевых данных с акцентом на статистическое моделирование и вывод. В ходе курса студенты будут изучать продвинутые статистические модели для сетевого анализа, включая экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM) и стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM). Учащиеся освоят методы обнаружения сообществ (*community detection*), которые включают стохастические блоковые модели, алгоритмы Гирвана-Ньюмена, Лювена и Лейдена, научатся интерпретировать параметры моделей и проверять их соответствие. Практическая работа будет проводиться в специализированных пакетах *ergm* и *rsiena*, что позволит студентам применять изученные методы к реальным сетевым данным. Курс также включает разбор кейсов, где сетевой анализ используется для решения задач в социальных науках.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Содержание

1. НАИМЕНОВАНИЕ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1 Содержание дисциплины	7
5.2 Структура дисциплины.....	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	9
6.1 Общие положения	9
6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины	10
6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося:	12
6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы.....	12
7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации.....	12
7.2 Контрольные задания для текущей аттестации.....	14
7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации	14
7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации.....	16
7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций.....	18
8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	19
9.1 Программное обеспечение	19
9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:	19
9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета	20
9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета.....	20
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	22

1. НАИМЕНОВАНИЕ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины формирование у обучающихся глубокого понимания современных методов статистического анализа сетевых данных и навыков применения продвинутых моделей (ERGM, SAOM) и алгоритмов обнаружения сообществ для решения исследовательских задач в различных областях. Курс направлен на развитие умения строить, оценивать и интерпретировать сложные сетевые модели с использованием специализированных пакетов в языке R, а также на развитие компетенций в оформлении и представлении результатов анализа.

Задачи:

Освоить современные концепции и теоретические основы сетевого анализа, включая представление и типы сетей, а также специфику работы с различными структурами графов.

Развить навыки вычисления и интерпретации основных мер центральности и выявления структурных особенностей сети с помощью алгоритмов выявления сообществ, используя возможности пакетов *igraph*, *tidygraph* и *blockmodels*.

Понять принципы построения и оценки экспоненциальных случайных графовых моделей (ERGM) и стохастических акторно-ориентированных моделей (SAOM), а также освоить применение пакетов *ergm* и *rsiena* для анализа статических и динамических сетей.

Освоить методы генеративного моделирования и сравнения сетей, включая построение моделей случайных графов и анализ их статистических свойств для проверки гипотез.

Развить навыки проектирования и реализации комплексного исследовательского анализа сетевых данных, включая сбор, подготовку данных, применение моделей, визуализацию и оформление результатов с использованием RMarkdown.

Развить критическое мышление и умение выбирать адекватные модели и алгоритмы для решения конкретных исследовательских задач, а также умение оценивать качество и обоснованность выводов.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: профессиональными (ПК). Планируемые результаты формирования компетенций и индикаторы их достижения в результате освоения дисциплины представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций обучающихся

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
ПК-1 Способен проектировать процесс сбора данных цифрового следа	ИД.ПК-1.1. Выполняет оценку необходимого количества данных ИД.ПК-1.2. Определяет возможные источники данных для анализа, идентифицирует внешние и внутренние источники данных для проведения аналитических работ ИД.ПК-1.3. Выбирает метрики оценки качества данных ИД.ПК-1.4. Анализирует требования к инфраструктурам, платформам и программному обеспечению ИД.ПК-1.5. Определяет этапы работ по сбору цифрового следа ИД.ПК-1.6. Прогнозирует поведение субъектов деятельности	Знать: методы и принципы управления проектами по гибким методологиям разработки, методы оценки качества данных в области информационных технологий, методы проектирования деятельности распределенных команд, протоколы обмена данными и сбора цифрового следа, требования законодательства в профессиональной сфере 3 (ПК-1)
		Уметь: структурировать данные, определять корректный и репрезентативный источник данных, применять гибкие методологии

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
	ИД.ПК-1.7. Определяет требования к проектированию оценочно-измерительных средств сбора цифрового следа ИД.ПК-1.8. Разрабатывает шаблоны сбора цифрового следа для контекстов деятельности ИД.ПК-1.9. Встраивает элементы и протоколы сбора цифрового следа в текущие процессы, алгоритмы и материалы, применяемые в рассматриваемой деятельности	разработки в управлении проектами, определять необходимую программную платформу для анализа данных, применять средства мониторинга для сбора и анализа цифрового следа, формировать технические задания для проектирования оценочно-измерительных средств У (ПК-1) Владеть: навыками решения профессиональных задач по средствам применения различных методик проектирования процесса сбора данных цифрового следа В (ПК-1)

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

- знать:

- Основные концепции и терминологию сетевого анализа, типы сетей и способы их представления.
- Теоретические основы экспоненциальных случайных графовых моделей (ERGM) и стохастических акторно-ориентированных моделей (SAOM).
- Алгоритмы выявления сообществ, включая Louvain, Leiden, Girvan-Newman и стохастические блочные модели.
- Возможности и ограничения пакетов *ergm*, *rsiena*, *igraph*, *tidygraph* и *blockmodels* для анализа сетей.

- уметь:

- Применять методы вычисления и интерпретации мер центральности и выявления сообществ в реальных сетевых данных.
- Строить, оценивать и интерпретировать ERGM и SAOM, проверять качество и адекватность моделей.
- Использовать генеративные модели для сравнения и симуляции сетей.
- Подготавливать и обрабатывать сетевые данные, включая временные и атрибутированные сети, с использованием языка R.

- владеть:

- Навыками работы с пакетами *ergm*, *rsiena*, *igraph*, *tidygraph* и *blockmodels* для реализации продвинутого анализа сетей.
- Приёмами визуализации сетей и результатов моделирования с помощью *ggraph* и других инструментов R.
- Организацией исследовательского проекта по анализу сетевых данных, включая документирование и презентацию результатов.
- Навыками критической оценки и интерпретации статистических выводов в контексте сетевого анализа.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Продвинутый сетевой анализ» является дисциплиной обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы «Прикладной анализ данных и искусственный интеллект». Курс читается в девятом модуле, форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, применяются магистрантами в процессе прохождения учебной и производственной практики, выполнения выпускной квалификационной работы.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Таблица 2

Объем дисциплины												
Типы учебных занятий и самостоятельная работа		Объем дисциплины										
		Всего	Модуль									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП:		28	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
Лекции (Л)		14	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
Семинарские занятия (СЗ)		14	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
Самостоятельная работа (СР)		44	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-
Промежуточная аттестация	форма	Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	Зачет с оценкой	-
	час.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общая трудоемкость дисциплины (час./з.е.)		72/2	-	-	-	-	-	-	-	-	72/2	-

5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине: через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) по средствам индикаторов достижения компетенций в соответствии с Таблицей 3.

5.1 Содержание дисциплины

Таблица 3

Содержание дисциплины					
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)
1	Введение в сетевой анализ и представление сетей	Основные понятия сетей: узлы, рёбра, типы сетей (направленные, взвешенные, двудольные). Способы представления графов в R. Основы работы с пакетами igraph, tidygraph.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
2	Метрики центральности и их вычисление	Меры центральности: степень, близость, посредничество, Pagerank. Вычислительные аспекты. Применение и интерпретация	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)
		метрик в igraph и tidygraph.		ИД.ПК-1.9.	
3	Методы выявления сообществ и кластеризация	Алгоритмы Гирвана-Ньюмена, Лювена, Лейдена, стохастические блоковые модели (SBM). Использование пакетов igraph, tidygraph и blockmodels. Визуализация сообществ.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
4	Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)	Теоретические основы ERGM. Построение и оценка моделей с помощью пакета ergm. Интерпретация параметров, проверка соответствия модели. Применение к реальным данным.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
5	Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)	Обзор SAOM и их применение к динамическим сетям. Использование пакета rsiena. Настройка, оценка, интерпретация результатов. Примеры анализа временных сетей.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
6	Моделирование и сравнение сетей	Генеративные модели: модели случайных графов Эрёши-Реньи, модели роста Барабаши-Альберта, модели Уоттса-Строгатца. Сравнение эмпирических и смоделированных сетей.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
7	Практический проект исследовательского анализа на сетях	Постановка исследовательского вопроса. Сбор, обработка и подготовка данных. Применение изученных моделей и методов. Документирование и защита проекта. Использование RMarkdown.	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)

5.2 Структура дисциплины

Таблица 4

Структура дисциплины							
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по типам учебных занятий в соответствии с УП		СР		
			Л	СЗ			СРП
Очная форма обучения							
Тема 1	Введение в сетевой анализ и представление сетей	12	2	2		8	ДЗ
Тема 2	Метрики центральности и их вычисление	10	2	2		6	ДЗ
Тема 3	Методы выявления сообществ и кластеризация	10	2	2		6	ДЗ
Тема 4	Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)	10	2	2		6	ДЗ
Тема 5	Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)	10	2	2		6	ДЗ
Тема 6	Моделирование и сравнение сетей	10	2	2		6	ДЗ
Тема 7	Практический проект исследовательского анализа на сетях	10	2	2		6	ДЗ
Промежуточная аттестация		-	-	-	-	-	Зачет с оценкой
Всего:		72/2	14	14	-	44	-

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: домашнее задание (ДЗ)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Общие положения

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения текстов и исследовательской литературы (из списков основной и дополнительной литературы) и их анализа.

Самостоятельная работа является важнейшей частью процесса высшего образования. Ее следует осознанно организовать, выделив для этого необходимое время и соответственным образом организовав рабочее пространство. Важнейшим элементом самостоятельной работы является проработка материалов прошедших занятий (анализ конспектов, чтение рекомендованной литературы) и подготовка к следующим лекциям/семинарским занятиям. Литературу, рекомендованную в программе курса, следует, по возможности, читать в течение всего семестра, концентрируясь на обусловленных программой курса темах.

Существенную часть самостоятельной работы магистранта представляет самостоятельное изучение вспомогательных учебно-методических изданий, лекционных конспектов, интернет-ресурсов и пр. Подготовка к семинарским занятиям является важной формой работы магистранта. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя.

6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины

Тема. 1 Введение в сетевой анализ и представление сетей

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 4 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 8 часов.

Тема 2. Метрики центральности и их вычисление

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

Тема 3. Методы выявления сообществ и кластеризация

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

Тема 4. Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

Тема 5. Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

Тема 6. Моделирование и сравнение сетей

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

Тема 7. Практический проект исследовательского анализа на сетях

1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 2 часа.

2. Подготовка к занятиям по предложенным для обсуждения вопросам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 4 часа. Итого: 6 часов.

6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Введение в сетевой анализ и представление сетей

- Какие преимущества и недостатки у различных способов представления сетей (матрица смежности, список рёбер)?
- Какие форматы данных поддерживают импорт и экспорт сетей между R и другими программами?
- Как преобразовать табличные данные в объект сети в R с помощью `igraph` и `tidygraph`?
- Какие сложности возникают при работе с большими и разреженными сетями?

2. Метрики центральности и их вычисление

- В чём разница между степенной, близостной и посреднической центральностью с точки зрения интерпретации и вычислительной сложности?
- Какие методы ускорения вычисления центральностей существуют для больших сетей?
- Как изменяется результат PageRank при изменении коэффициента затухания?
- Какие метрики центральности лучше подходят для направленных и для взвешенных сетей?

3. Методы выявления сообществ и кластеризация

- Какие алгоритмы выявления сообществ подходят для динамических сетей и почему?
- Чем отличаются стохастические блоковые модели от алгоритмов Louvain и Leiden?
- Какие критерии используются для оценки качества кластеризации в сетях?
- Как визуализировать и интерпретировать сообщество в сетевой структуре?

4. Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)

- Какие основные параметры включаются в ERGM и как интерпретировать их значения?
- Какие проблемы могут возникать при оценке ERGM на больших сетях?
- Как проверить адекватность и сходимость модели ERGM?
- Какие существуют методы улучшения сходимости оценки параметров ERGM?

5. Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)

- В чем принципиальные отличия SAOM от ERGM в анализе динамических сетей?
- Какие входные данные требуются для построения SAOM в `rsiena`?
- Как интерпретировать параметры, отвечающие за динамику изменений в SAOM?
- Какие ограничения существуют у SAOM в плане масштабируемости и сложности сети?

6. Моделирование и сравнение сетей

- Как сгенерировать случайные графы по модели Эрёши-Реньи и какова их ключевая особенность?
- В чем заключается модель роста Барабаши-Альберта и какие свойства сети она воспроизводит?

- Как сравнивать статистические свойства эмпирических и смоделированных сетей?
- Какие метрики используются для оценки сходства между двумя сетями?

7. Практический проект исследовательского анализа на сетях

- Какие этапы включает в себя подготовка исследовательского проекта по анализу сетевых данных?
- Как организовать reproducible research (воспроизводимое исследование) с использованием RMarkdown?
- Какие подходы существуют для интеграции нескольких моделей и методов анализа в одном проекте?
- Как представить результаты сетевого анализа и сделать их понятными для разных аудиторий?

6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося:

1. Менцер, Ф. Наука о сетях: вводный курс : практическое руководство / Ф. Менцер, С. Фортунато, К. А. Дэвис ; пер. с англ. А. В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 338 с. - ISBN 978-5-97060-984-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2155911>

2. Дуглас А., Л. Люк, Д.А. Анализ сетей (графов) в среде R. Руководство пользователя / Д.А. Люк ; пер. с англ. А.В. Груздева. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-428-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028090>

6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Для обеспечения самостоятельной работы магистрантов по дисциплине «Продвинутый сетевой анализ» разработано учебно-методическое обеспечение в составе:

1. Контрольные задания для подготовки к процедурам текущего контроля (п. 7.2 Рабочей программы).
2. Типовые задания для подготовки к промежуточной аттестации (п. 7.4 Рабочей программы).
3. Рекомендуемые основная, дополнительная литература, Интернет-ресурсы и справочные системы (п. 8, 9 Рабочей программы).
4. Рабочая программа дисциплины размещена в электронной информационно-образовательной среде Университета на электронном учебно-методическом ресурсе АНООВО «ЕУСПб» — образовательном портале LMS Sakai — Sakai@EU.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому семинарскому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение домашних заданий. Магистрант должен присутствовать на семинарских занятиях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения домашних заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 5

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Введение в сетевой анализ и представление сетей	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Метрики центральности и их вычисление	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Методы выявления сообществ и кластеризация	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Моделирование и сравнение сетей	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Практический проект исследовательского анализа на сетях	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено

Таблица 6

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Домашнее задание	Магистрант выполняет работу частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные социальные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено, Полное и правильное выполнение заданий работы в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено

7.2 Контрольные задания для текущей аттестации

Примерный материал домашних заданий

1. Введение в сетевой анализ и представление сетей

Задание:

Импортируйте и создайте сетевые объекты в R, используя встроенный датасет karateclub из пакета igraph. Представьте сеть в виде матрицы смежности и списка рёбер. Выполните преобразование между этими двумя форматами и проверьте, что данные не потерялись. Опишите основные характеристики сети (число узлов, рёбер, тип графа).

2. Метрики центральности и их вычисление

Задание:

На основе сети karateclub вычислите меры центральности: степень, близость, посредничество и Pagerank. Сравните и визуализируйте распределения этих метрик, используя базовую графику R или gggraph. Сделайте выводы, как разные метрики отражают роль узлов в сети.

3. Методы выявления сообществ и кластеризация

Задание:

С помощью сети karateclub примените алгоритмы выявления сообществ: Гирвана-Ньюмена, Лювена и стохастическую блоковую модель (используя пакет blockmodels). Визуализируйте результаты кластеризации и сравните разбиение на сообщества разными методами. Обсудите достоинства и ограничения каждого алгоритма.

4. Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)

Задание:

Используя пакет ergm и датасет florentine (входит в ergm), постройте простую ERGM с учётом параметров треугольников и степеней узлов. Оцените модель, проанализируйте параметры, проверьте сходимость. Интерпретируйте полученные результаты и сделайте выводы о сетевой структуре.

5. Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)

Задание:

Скачайте пример данных karferer из пакета RSiena, подготовьте их для анализа. Постройте модель SAOM для динамической сети с учетом изменения связей между узлами во времени. Проинтерпретируйте параметры модели, опишите динамические процессы в сети. Подготовьте краткий отчёт.

6. Моделирование и сравнение сетей

Задание:

Сгенерируйте три сети размером 100 узлов по моделям Эрёши-Реньи, Барабаши-Альберта и Уоттса-Строгатца с параметрами по умолчанию. Сравните полученные сети по базовым метрикам: средняя степень, кластеризация, распределение степеней. Визуализируйте каждую сеть и сделайте выводы о свойствах моделей.

7. Практический проект исследовательского анализа на сетях

Задание:

1. Выберите открытый набор сетевых данных (например, из пакета igraphData или другого доступного источника). Определите исследовательский вопрос, примените изученные методы (включая ERGM или SAOM, методы выявления сообществ). Выполните полный анализ: подготовка данных, построение моделей, визуализация, интерпретация результатов. Оформите отчёт с использованием RMarkdown.

7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: – зачет с оценкой, который проходит в форме тестирования.

Перед зачетом проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы магистрантов.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине.

**Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их
достижения в процессе промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
зачет с оценкой / тестирование	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	100-81% правильных ответов	Зачтено, отлично
				80-61% правильных ответов	Зачтено, хорошо
				60-41% правильных ответов	Зачтено, удовлетворительно
				40-0% правильных ответов	Не зачтено, неудовлетворительно

Результаты сдачи промежуточной аттестации по направлениям подготовки уровня магистратуры оцениваются в соответствии с Положением о формах, периодичности и порядке организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в АНООВО «ЕУСПб» следующим образом согласно таблице 7а.

Таблица 7а

Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Стобалльная система оценки	Бинарная система оценки
5 (отлично)	100-81	зачтено
4 (хорошо)	80-61	
3 (удовлетворительно)	60-41	
2 (неудовлетворительно)	40 и менее	не зачтено

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Прикладной анализ данных и искусственный интеллект» по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры).

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Прикладной анализ данных и искусственный интеллект» по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры).

7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации

Требования к тесту

В рамках тестирования студентам будет необходимо решить 20 заданий. Они включают задания на выбор одного или нескольких правильных ответов (10 заданий), задания на сопоставление (8 заданий) и открытые вопросы (2 задания).

Примеры тестовых заданий для промежуточной аттестации

ПК-1 Способен проектировать процесс сбора данных цифрового следа

Задания закрытого типа (базовый уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой из перечисленных форматов НЕ используется для представления сетевых данных?

Варианты ответов:

- A) Матрица смежности
- B) Список рёбер
- C) JSON-массив
- D) Таблица Excel с произвольными столбцами

Поле для ответа: _____

Задания закрытого типа (повышенный уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Установите соответствие между метрикой сети и ее интерпретацией.

Вопрос: Соотнесите метрику с ее интерпретацией:

Таблица соответствий:

- A) Диаметр сети
- B) Коэффициент кластеризации
- C) Ассортативность
- 1. Склонность узлов соединяться с подобными себе
- 2. Максимальное расстояние между узлами
- 3. Вероятность связи между соседями узла

Задания комбинированного типа (повышенный уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Выберите правильный ответ и обоснуйте его.

Вопрос: Какое из утверждений о моделях Эрдёша-Реньи верно?

Варианты ответов:

- A) Они хорошо описывают реальные социальные сети
- B) Они предполагают равную вероятность всех возможных связей
- C) Они учитывают предпочтительное присоединение
- D) Они всегда производят сети с высоким кластерным коэффициентом

Поле для ответа: _____

Обоснование: _____

Задания с развернутым ответом (высокий уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Дайте развернутый ответ с объяснением.

Вопрос: Какие особенности временных сетей требуют специальных методов анализа вместо применения стандартных подходов для статических сетей?

Поле для ответа: _____

Задания закрытого типа (базовый уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой из перечисленных методов НЕ является алгоритмом кластеризации сетей?

Варианты ответов:

- А) Метод k-средних
- В) Алгоритм Лувена
- С) Алгоритм Лейдена
- Д) Алгоритм Гирвана-Ньюмена

Поле для ответа: _____

Задания закрытого типа (повышенный уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Установите правильную последовательность этапов анализа динамической сети.

Вопрос: Расположите этапы в правильном порядке:

Последовательность:

Выравнивание временных срезов

Построение SAOM

Визуализация изменений сети

Проверка стационарности

Интерпретация динамических параметров

Поле для ответа: _____

Задания комбинированного типа (повышенный уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Выберите правильный ответ и обоснуйте его.

Вопрос: Почему в некоторых случаях предпочтительнее использовать алгоритм Гирвана-Ньюмена, а не Лувена?

Варианты ответов:

- А) Он дает более точные результаты
- В) Он лучше работает на сетях с явной иерархической структурой
- С) Он быстрее на больших сетях
- Д) Он не требует задания числа сообществ

Поле для ответа: _____

Обоснование: _____

Задания с развернутым ответом (высокий уровень сложности)

Вопрос 1

Инструкция: Дайте развернутый ответ с примером.

Вопрос: В каких случаях стохастические блоковые модели (SBM) предпочтительнее алгоритмов модулярной оптимизации? Приведите пример.

Поле для ответа: _____

7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 8

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4.	домашнее задание, тест

	ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	
--	--	--

Таблица 9

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Домашнее задание	Магистрант в ходе подготовки и выполнения домашнего задания по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получившую развитие в рамках данной дисциплины: на основе технического задания разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач с учетом своих профессиональных компетенций и функциональных позиций других специалистов для сбора и анализа цифрового следа
Тест	Магистрант должен быть готовым в ходе подготовки к тесту, выполнять следующие действия: на основе технического задания разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач с учетом своих профессиональных компетенций и функциональных позиций других специалистов для сбора и анализа цифрового следа

8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1. Основная литература

1. **Подшибякина, Т. А.** Сетевой и диффузный анализ политики: теория, методология, практика, моделирование: Учебное пособие / Подшибякина Т.А. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016. - 99 с.: ISBN 978-5-9275-2241-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/996868>

2. **Савин, И. В.** Методы анализа социальных сетей в экономике : учебное пособие / И. В. Савин, О. С. Мариев, А. А. Пушкарев ; под общ. ред. И. В. Савина. - 2-е изд., стер - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 99 с. - ISBN 978-5-9765-5021-6 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3115-4 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891286>

8.2. Дополнительная литература

1. **Менцер, Ф.** Наука о сетях: вводный курс : практическое руководство / Ф. Менцер, С. Фортунато, К. А. Дэвис ; пер. с англ. А. В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 338 с. - ISBN 978-5-97060-984-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2155911>

2. **Дуглас А., Л. Люк, Д.А.** Анализ сетей (графов) в среде R. Руководство пользователя / Д.А. Люк ; пер. с англ. А.В. Груздева. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-428-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028090>

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1 Программное обеспечение

1. OS Microsoft Windows (OVS OS Platform)
2. MS Office (OVS Office Platform)
3. Adobe Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU
4. Adobe CS5.5 Design Standart Win IE EDU CLP
5. ABBYY FineReader 11 Corporate Edition
6. ABBYY Lingvo x5

7. Adobe Acrobat Reader DC /Pro – бесплатно
8. Google Chrome – бесплатно
9. Opera – бесплатно
10. Mozilla – бесплатно
11. VLC – бесплатно
12. Яндекс Браузер
13. R – бесплатно
14. Интегрированная среда разработки RStudio (бесплатно)

9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Информационно-справочные системы

1. Гарант.Ру. Информационно-правовой портал: <http://www.garant.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
3. Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <http://npod.ru>
4. Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru>
5. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru>
6. Правовой сайт КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/sys>
7. Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru>

Профессиональные базы данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Национальная электронная библиотека НЭБ: <http://www.rusneb.ru>
2. Президентская библиотека: <http://www.prlib.ru>
3. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru/>
4. Российская национальная библиотека: <http://www.nlr.ru/poisk/>

9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета

Профессиональные базы данных:

Полный перечень доступных обучающимся профессиональных баз данных представлен на официальном сайте Университета <https://eusp.org/library/electronic-resources>, включая следующие базы данных:

1. **eLIBRARY.RU** — Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, наукометрическая база данных: <http://elibrary.ru>;
2. Электронные журналы по подписке (текущие номера научных зарубежных журналов).

Электронные библиотечные системы:

1. **Znanium.com** — Электронная библиотечная система (ЭБС) — <http://znanium.com/>;
2. Университетская библиотека онлайн — Электронная библиотечная система (ЭБС) — <http://biblioclub.ru/>

9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета

Образовательный процесс по дисциплине поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды Университета, которая включает в себя электронный учебно-методический ресурс АНООВО «ЕУСПб» — образовательный портал

LMS Sakai — Sakai@EU, лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета, официальный сайт Университета (Европейский университет в Санкт-Петербурге [<https://eusp.org/>]), локальную сеть и корпоративную электронную почту Университета, и обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок за эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет» (электронной почты и т.д.).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным ресурсам библиотеки Университета, содержащей издания учебной, учебно-методической и иной литературы по изучаемой дисциплине

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В ходе реализации образовательного процесса используются специализированные многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляется возможность присутствия в аудитории вместе с ними ассистента (помощника). Для слабовидящих предоставляется возможность увеличения текста на экране ПК. Для самостоятельной работы лиц с ограниченными возможностями здоровья в помещении для самостоятельной работы организовано одно место (ПК) с возможностями бесконтактного ввода информации и управления компьютером (специализированное лицензионное программное обеспечение – Camera Mouse, веб камера). Библиотека университета предоставляет удаленный доступ к электронным ресурсам библиотеки Университета с возможностями для слабовидящих увеличения текста на экране ПК. Лица с ограниченными возможностями здоровья могут при необходимости воспользоваться имеющимся в университете креслом-коляской. В учебном корпусе имеется адаптированный лифт. На первом этаже оборудован специализированный туалет. У входа в здание университета для инвалидов оборудована специальная кнопка, входная среда обеспечена информационной доской о режиме работы университета, выполненной рельефно-точечным тактильным шрифтом (азбука Брайля).

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Продвинутый сетевой анализ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому семинарскому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение домашних заданий. Магистрант должен присутствовать на семинарских занятиях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения домашних заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 1

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Введение в сетевой анализ и представление сетей	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Метрики центральности и их вычисление	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Методы выявления сообществ и кластеризация	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Моделирование и сравнение сетей	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено
Практический проект исследовательского анализа на сетях	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	Домашнее задание	зачтено/ не зачтено

Таблица 2

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Домашнее задание	Магистрант выполняет работу частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные социальные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено, Полное и правильное выполнение заданий работы в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено

2 Контрольные задания для текущей аттестации

Материал для домашних заданий

1. Введение в сетевой анализ и представление сетей

Задание:

Импортируйте и создайте сетевые объекты в R, используя встроенный датасет karateclub из пакета igraph. Представьте сеть в виде матрицы смежности и списка рёбер. Выполните преобразование между этими двумя форматами и проверьте, что данные не потерялись. Опишите основные характеристики сети (число узлов, рёбер, тип графа).

2. Метрики центральности и их вычисление

Задание:

На основе сети karateclub вычислите меры центральности: степень, близость, посредничество и Pagerank. Сравните и визуализируйте распределения этих метрик, используя базовую графику R или ggraph. Сделайте выводы, как разные метрики отражают роль узлов в сети.

3. Методы выявления сообществ и кластеризация

Задание:

С помощью сети karateclub примените алгоритмы выявления сообществ: Гирвана-Ньюмена, Лювена и стохастическую блоковую модель (используя пакет blockmodels). Визуализируйте результаты кластеризации и сравните разбиение на сообщества разными методами. Обсудите достоинства и ограничения каждого алгоритма.

4. Экспоненциальные случайные графовые модели (ERGM)

Задание:

Используя пакет ergm и датасет florentine (входит в ergm), постройте простую ERGM с учётом параметров треугольников и степеней узлов. Оцените модель, проанализируйте параметры, проверьте сходимость. Интерпретируйте полученные результаты и сделайте выводы о сетевой структуре.

5. Стохастические акторно-ориентированные модели (SAOM)

Задание:

Скачайте пример данных karferer из пакета RSiena, подготовьте их для анализа. Постройте модель SAOM для динамической сети с учетом изменения связей между узлами во времени. Проинтерпретируйте параметры модели, опишите динамические процессы в сети. Подготовьте краткий отчёт.

6. Моделирование и сравнение сетей

Задание:

Сгенерируйте три сети размером 100 узлов по моделям Эрёши-Реньи, Барабаши-Альберта и Уоттса-Строгатца с параметрами по умолчанию. Сравните полученные сети по базовым метрикам: средняя степень, кластеризация, распределение степеней. Визуализируйте каждую сеть и сделайте выводы о свойствах моделей.

7. Практический проект исследовательского анализа на сетях

Задание:

1. Выберите открытый набор сетевых данных (например, из пакета igraphData или другого доступного источника). Определите исследовательский вопрос, примените изученные методы (включая ERGM или SAOM, методы выявления сообществ). Выполните полный анализ: подготовка данных, построение моделей, визуализация, интерпретация результатов. Оформите отчёт с использованием RMarkdown.

3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – зачет, который проходит в форме тестирования.

Перед зачетом проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы магистрантов.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине.

Таблица 3

**Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их
достижения в процессе промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
зачет с оценкой / тестирование	ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6. ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)	100-81% правильных ответов	Зачтено, отлично
				80-61% правильных ответов	Зачтено, хорошо
				60-41% правильных ответов	Зачтено, удовлетворительно
				40-0% правильных ответов	Не зачтено, неудовлетворительно

Результаты сдачи промежуточной аттестации по направлениям подготовки уровня магистратуры оцениваются в соответствии с Положением о формах, периодичности и порядке организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в АНООВО «ЕУСПб» следующим образом согласно таблице 3а.

Таблица 3а

Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Стобалльная система оценки	Бинарная система оценки
5 (отлично)	100-81	зачтено
4 (хорошо)	80-61	
3 (удовлетворительно)	60-41	
2 (неудовлетворительно)	40 и менее	не зачтено

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Прикладной анализ данных и искусственный интеллект» по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры).

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Прикладной анализ данных и искусственный интеллект» по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры).

4 Задания к промежуточной аттестации

Требования к тесту

В рамках тестирования студентам будет необходимо решить 20 заданий. Они включают задания на выбор одного или нескольких правильных ответов (10 заданий), задания на сопоставление (8 заданий) и открытые вопросы (2 задания).

Задания к промежуточной аттестации

Тестирование

ПК-1 Способен проектировать процесс сбора данных цифрового следа

1. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.
Вопрос: Какой из перечисленных форматов НЕ используется для представления сетевых данных?
Варианты ответов:
 - A) Матрица смежности
 - B) Список рёбер
 - C) JSON-массив
 - D) Таблица Excel с произвольными столбцами**Правильный ответ:**
2. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.
Вопрос: Какой пакет в R предназначен для работы с экспоненциальными случайными графовыми моделями (ERGM)?
Варианты ответов:
 - A) igraph
 - B) tidygraph
 - C) ergm
 - D) blockmodels**Правильный ответ:**
3. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.
Вопрос: Какая мера центральности учитывает не только непосредственные связи узла, но и его положение во всей сети?
Варианты ответов:
 - A) Степенная центральность
 - B) Близостная центральность
 - C) Посредническая центральность
 - D) Pagerank**Правильный ответ:**
4. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.
Вопрос: Какой алгоритм используется для выявления сообществ в сетях и основан на оптимизации модулярности?
Варианты ответов:
 - A) Алгоритм Гирвана-Ньюмена
 - B) Алгоритм Лейдена
 - C) Алгоритм Лувена
 - D) Алгоритм Дейкстры**Правильный ответ:**
5. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.
Вопрос: Какой тип сети характеризуется наличием направленных связей между узлами?
Варианты ответов:
 - A) Взвешенная сеть
 - B) Ненаправленная сеть
 - C) Направленная сеть
 - D) Двудольная сеть**Правильный ответ:**
6. **Инструкция:** Установите правильную последовательность этапов подготовки воспроизводимого исследования.

Вопрос: Расположите этапы в правильном порядке:

Последовательность:

- Организация структуры проекта
- Написание документации
- Создание скриптов анализа
- Упаковка данных и кода
- Публикация материалов

Правильный ответ:

7. **Инструкция:** Установите соответствие между методом обработки сетевых данных и его назначением.

Вопрос: Соотнесите метод обработки с его назначением:

Таблица соответствий:

A) Нормализация весов связей

B) Фильтрация по степени

C) Агрегация временных срезов

D) Дизъюнкция сетей

- Уменьшение шума в данных
- Приведение к сопоставимому масштабу
- Анализ кумулятивной структуры
- Объединение разных типов связей

Правильный ответ:

8. **Инструкция:** Установите правильную последовательность этапов интерпретации параметров SAOM.

Вопрос: Расположите этапы в правильном порядке:

Последовательность:

- Проверка значимости параметров
- Анализ направленности эффектов
- Сравнение относительной силы эффектов
- Проверка взаимодействий между эффектами
- Формулировка выводов о динамических процессах

Правильный ответ:

9. **Инструкция:** Установите соответствие между характеристикой сети и методом ее анализа.

Вопрос: Соотнесите характеристику с подходящим методом анализа:

Таблица соответствий:

A) Наличие временной динамики

B) Латентная блочная структура

C) Неоднородность распределения степеней

D) Высокий кластерный коэффициент

- SAOM
- SBM
- Модель Барабаши-Альберта
- Модель Уоттса-Строгатца

Правильный ответ:

10. **Инструкция:** Дайте развернутый ответ с обоснованием выбора.

Вопрос: Для сети с 10 миллионами узлов и средней степенью 5 нужно вычислить посредническую центральность. Какой подход вы выберете и почему?

Ответ:

11. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой параметр в ERGM отвечает за склонность узлов образовывать треугольники?

Варианты ответов:

- A) edges
- B) mutual
- C) triangle
- D) gwesp

Правильный ответ:

12. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой из перечисленных датасетов встроен в пакет `igraph` и часто используется для демонстрации методов сетевого анализа?

Варианты ответов:

- A) florentine
- B) karateclub
- C) kapferer
- D) lesmis

Правильный ответ:

13. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какая модель генерации сетей предполагает, что новые узлы предпочитают присоединяться к уже хорошо связанным узлам?

Варианты ответов:

- A) Модель Эрдёша-Реньи
- B) Модель Барабаши-Альберта
- C) Модель Уоттса-Строгатца
- D) Стохастическая блоковая модель

Правильный ответ:

14. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой инструмент в R используется для визуализации сетей?

Варианты ответов:

- A) ggplot2
- B) ggraph
- C) plotly
- D) shiny

Правильный ответ:

15. **Инструкция:** Выберите один правильный ответ.

Вопрос: Какой из перечисленных методов НЕ является алгоритмом кластеризации сетей?

Варианты ответов:

- A) Метод k-средних
- B) Алгоритм Лувена
- C) Алгоритм Лейдена
- D) Алгоритм Гирвана-Ньюмена

Правильный ответ:

16. **Инструкция:** Установите правильную последовательность этапов работы с разреженными сетями.

Вопрос: Расположите этапы в правильном порядке:

Последовательность:

- Преобразование в разреженный формат
- Анализ плотности сети
- Применение специализированных алгоритмов
- Оптимизация использования памяти

- Интерпретация результатов с учетом разреженности

Правильный ответ:

17. **Инструкция:** Установите соответствие между типом сетевого эффекта и его представлением в ERGM.

Вопрос: Соотнесите эффект с соответствующей термией в ERGM:

Таблица соответствий:

- A) Гомофилия
 - B) Транзитивность
 - C) Взаимность
 - D) Активность
- nodematch
 - gwesp
 - mutual
 - odegree

Правильный ответ:

18. **Инструкция:** Установите правильную последовательность этапов разработки сетевого исследовательского проекта.

Вопрос: Расположите этапы в правильном порядке:

Последовательность:

- Постановка исследовательского вопроса
- Выбор методов анализа
- Сбор и подготовка данных
- Проведение анализа
- Визуализация и интерпретация результатов

Правильный ответ:

19. **Инструкция:** Установите соответствие между методом анализа и его ограничением.

Вопрос: Соотнесите метод с его основным ограничением:

Таблица соответствий:

- A) ERGM
 - B) SAOM
 - C) SBM
 - D) Алгоритм Лейдена
- Требуется временных данных
 - Проблемы с дегенерацией
 - Resolution limit
 - Чувствительность к начальным условиям

Правильный ответ: А

20. **Инструкция:** Дайте развернутый ответ с объяснением.

Вопрос: Как интерпретировать отрицательный параметр density в SAOM и какие выводы можно сделать о динамике сети?

Ответ:

5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 4

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-1.5. ИД.ПК-1.6.	домашнее задание, тест

	ИД.ПК-1.7. ИД.ПК-1.8. ИД.ПК-1.9.	
--	--	--

Таблица 5

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Домашнее задание	Магистрант в ходе подготовки и выполнения домашнего задания по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получившую развитие в рамках данной дисциплины: на основе технического задания разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач с учетом своих профессиональных компетенций и функциональных позиций других специалистов для сбора и анализа цифрового следа
Тест	Магистрант должен быть готовым в ходе подготовки к тесту, выполнять следующие действия: на основе технического задания разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач с учетом своих профессиональных компетенций и функциональных позиций других специалистов для сбора и анализа цифрового следа