

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

Краснодарский филиал Финуниверситета

Кафедра «Математика и информатика»

СОГЛАСОВАНО

ООО «Портал-Юг»
Генеральный директор



Е.В. Мостовой

«20» февраля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Краснодарский филиал
Финуниверситета

Директор



Э.В.Соболев

«20» февраля 2024 г.

Пьянкова Н.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИКЛАДНЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СЕТЕЙ**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика,

Направленность программы магистратуры:
Анализ больших данных и машинное обучение
в экономике и финансах

*Рекомендовано Ученым советом Краснодарского филиала Финуниверситета
(протокол № 12 от 20.02.2024)*

*Одобрено кафедрой «Математика и информатика»
(протокол № 13 от 13.02.2024)*

Краснодар 2024

УДК519.17(075.8)
ББК22.176я73
П96

Рецензенты: Кирий В.А., доцент кафедры «Математика и информатика», канд. физ.-мат. наук, Калайдин Е.Н., профессор кафедры «Математика и информатика», д-р физ.-мат. наук.

Пьянкова Н.Г. Рабочая программа дисциплины «Прикладные модели и методы теории сложных систем» для обучающихся по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность программы магистратуры «Анализ больших данных и принятие решений в экономике и финансах». – Краснодар: Краснодарский филиал Финуниверситета, кафедра «Математика и информатика», 2024.

Дисциплина «Прикладные модели и методы теории сложных систем» относится к модулю направленности программы магистратуры по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

В рабочей программе дисциплины определены ее цель, требования к результатам освоения дисциплины, содержание программы, тематика аудиторных занятий, формы самостоятельной работы, оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации, учебно-методическое и информационное обеспечение.

Рабочая программа дисциплины
Прикладные модели и методы теории сложных систем

*Формат 60*90/16. Гарнитура Times New Roman*

Усл. п.л. 2,0. Изд. № _от.

Тираж 100 экз.

Заказ № .

Отпечатано в Краснодарском филиале Финуниверситета

© Пьянкова Н.Г.
© Краснодарский филиал Финуниверситета, 2024

Содержание

- 1 Наименование дисциплины3
- 2 Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине4
- 3.Место дисциплины в структуре образовательных программ7
- 4.Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся7
- 5.Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине165
- 7.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины16
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**20
- 9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины21
- 10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем23

1. Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.01.01 «Прикладные модели и методы теории сложных сетей»

2 Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Дисциплина «Прикладные модели и методы теории сложных систем» обеспечивает инструментарий формирования следующих компетенций: ПКН-4, ПК-1, ПК-5.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знания и умения), соотнесённые с индикаторами достижения компетенций
ПКН-4	Способность разрабатывать информационные системы и алгоритмы на основе математических методов и моделей, в том числе из области искусственного интеллекта, в решении профессиональных задач	1. Демонстрирует знания в области оригинальных алгоритмов и программной реализации.	Знать: основные подходы к решению прикладных задач методами теории сложных сетей Уметь: идентифицировать прикладные задачи теории сложных сетей, использовать методы и инструменты теории сложных сетей
		2. Создает оригинальные алгоритмические и программные средства в решении профессиональных задач.	Знать: актуальные алгоритмы для решения задач анализа сетевых структур их преимущества и недостатки, основные приложения для моделей теории сложных сетей, Уметь: делать рациональный выбор наиболее эффективных алгоритмов анализа сетевых структур для решения задач в области экономики и финансов

		3. Демонстрирует знания в области современных интеллектуальных технологий	<p><u>Знать:</u> современные методы и инструменты машинного обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных моделей сетевых структур.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать современные методы и инструменты машинного обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных моделей сетевых структур при решении задач в области экономики и финансов</p>
		4. Выбирает интеллектуальные технологии и решает профессиональные задачи с их использованием.	<p><u>Знать:</u> основные подходы к решению прикладных задач методами теории сложных сетей</p> <p><u>Уметь:</u> идентифицировать прикладные задачи теории сложных сетей, использовать методы и инструменты теории сложных сетей</p>
ПК-1	Способность применять передовые методы использования больших наборов данных для задач интеллектуального анализа и моделей машинного обучения в экономике и финансах	1. Демонстрирует знание источников открытых крупномасштабных наборов данных текстового и сетевого характера, подходящих для решения задач интеллектуального анализа и моделей машинного обучения в экономике и финансах.	<p><u>Знать:</u> источники открытых крупномасштабных наборов данных текстового и сетевого характера, подходящих для решения задач интеллектуального анализа и моделей машинного обучения в экономике и финансах</p> <p><u>Уметь:</u> демонстрировать знания источников открытых крупномасштабных наборов данных текстового и сетевого характера, подходящих для решения задач интеллектуального</p>

			анализа и моделей машинного обучения в экономике и финансах
		2. Демонстрирует знание методов и инструментов машинного обучения, подходящих для использования больших наборов данных в экономике и финансах.	<p>Знать: методы и инструменты машинного обучения, подходящие для использования больших наборов данных в экономике и финансах</p> <p>Уметь: применять методы и инструменты машинного обучения, подходящие для использования больших наборов данных в экономике и финансах с использованием методов теории сложных сетей</p>
		3. Владеет практическим навыком обработки больших наборов экономико-финансовых данных для задач интеллектуального анализа и моделей машинного обучения.	<p>Знать: способы обработки больших наборов экономико-финансовых данных для задач интеллектуального анализа и моделей машинного.</p> <p>Уметь: обрабатывать большие наборы экономико-финансовых данных для задач интеллектуального анализа и моделей машинного обучения</p>
ПК-5	Способность самостоятельно разрабатывать прикладные средства анализа сетевых структур с использованием методов машинного обучения, в том числе методов глубокого обучения, в экономике и финансах	1. Демонстрирует знание актуальных методов экономического анализа с использованием методов машинного обучения.	<p>Знать: актуальные методы экономического анализа с использованием методов машинного обучения</p> <p>Уметь: применять актуальные методы экономического анализа с использованием методов машинного обучения</p>
			Знать: теоретические

		2. Использует современные методы и инструменты машинного обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных моделей сетевых структур.	основы современных методов и инструментов машинного обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных моделей сетевых Уметь: использовать современные методы и инструменты машинного обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных моделей сетевых структур
		3. Применяет современные методы и инструменты глубокого обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных нейросетевых моделей сетевых структур.	Знать: теоретические основы современных методов и инструментов глубокого обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных нейросетевых моделей сетевых структур Уметь: применять современные методы и инструменты глубокого обучения для создания, обучения и оценки качества прикладных нейросетевых моделей сетевых структур экономики и финансов

3. Место дисциплины в структуре образовательных программ

Дисциплина «Прикладные модели и методы теории сложных сетей» относится к модулю направленности магистратуры по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» ОП «Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах».

4. Объем дисциплины в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Часы:	
	Всего	Модуль

		5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа - Аудиторные занятия	40	40
Лекции	10	10
Семинарские занятия в т. ч. занятия в интерактивных формах	30	30
Самостоятельная работа	104	104
Контроль	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

5.Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1 Содержание дисциплины

Тема 1. Базовые понятия теории сложных сетей и введение в библиотеку NetworkX

Введение в предметную область теории сложных сетей: объект исследования, история возникновения, прикладные области и основные задачи теории. Соотнесения понятий теории графов и теории сложных сетей, базовые понятия теории сложных сетей.

Технологический стек работы с сетевыми моделями, построенный на базе языка программирования Python и библиотеки NetworkX. Общие положения о языке программирования Python и знакомство с используемым программным инструментарием (версией языка программирования Python, дистрибутивом Anaconda). Интерактивная оболочка Jupyter notebook: принципы работы и применение для решения задач анализа сетей.

Знакомство с библиотекой NetworkX. Базовые операции в NetworkX: создание сети, оперирование с узлами и связями, базовая визуализация сетей. Обзор структуры библиотеки NetworkX.

Тема 2. Базовые метрики и свойства сетей и модели формирования случайных сетей

Локальные и интегральные свойства в сетях, метрики сетей: путь (кратчайший путь), связность сети, связные компоненты сети, средняя длина пути в сети, диаметр сети; коэффициент кластеризации для узла и средний коэффициент кластеризации в сети; степени узлов сети, функция распределения степеней узлов сети.

Модели формирования случайных сетей: модель Эрдёша-Реньи (Erdos-Renyi) и родственные модели. Распределения степеней узлов для случайных сетей. Фазовый переход при возникновении связанной компоненты сети.

Диаметр и коэффициент кластеризации для случайных сетей.

Тема 3. Модели роста сетей

Модели роста сетей: модель Барабаши-Альберта (Barabasi-Albert) и модель случайного роста сети. Распределения степеней узлов для рассматриваемых моделей, безмасштабные сети, содержательная интерпретация хвоста распределения степеней узлов. Универсальность моделей роста сетей для большого класса эмпирически наблюдаемых сложных сетей.

Ассортативность, коэффициент ассортативности, визуализация ассортативности на диаграммах, ассортативность в рассмотренных моделях роста сетей.

Тема 4. Модели тесного мира и самоподобные сети

Сети в виде регулярных решеток. Размерность и другие параметры решеток. Свойства решеток.

Феномен «тесного мира» и модель Ваттса-Строгатца (Watts- Strogats). Переход от регулярного графа к случайному: динамика изменения кластерного коэффициента и средней длины пути. Проблема построения критерия принадлежности сети к сетям «тесного мира». Алгоритм латтисизации и его адаптации.

Самоподобные (фрактальные) сети. Алгоритмы построения самоподобных сетей. Фрактальная размерность и фрактальная размерность в сетях. Ассортативность в самоподобных сетях.

Тема 5. Работа с данными о сетях и графовые базы данных

Источники данных о сетях. Проблемы искажения информации при сборе данных о больших сетях. Обмен данными о сетях с помощью популярных форматов файлов. Возможности интеграции NetowrkX с инструментами анализа графов на примере интеграции с пакетом Gephi.

Модель данных property graph. Графовые базы данных: обзор решений, языки запросов и интерфейсы для работы с сетями. Сильные стороны графовых баз данных и их области применения. Введение в работу с графовой базой данных neo4j и языком запросов Cypher.

Тема 6. Метрики центральности в сетях

Понятие центральности узлов в сети. Модельные графы для сравнения различных метрик центральности. Центральность по степени (degree centrality), центральность по близости (closeness centrality), центральность по посредничеству (betweenness centrality), центральность по собственному вектору (eigenvector centrality).

Алгоритм PageRank. Стохастические матрицы. Теорема Фробениуса-Перрона. Нахождение собственного вектора и итерационный подход. Алгоритм HITS, выявление хабов.

Тема 7. Сообщества в сетях

Понятие сетевых сообществ (network communities). Плотность связей в сети. Разделение сети на части (graph partitioning), разрезы в графе, минимальные разрезы в графе. Кластеризация и корреляционная матрица.

Степень посредничества связей, алгоритм Гирвана-Ньюмана (Girvin-Newman). Спектральные методы.

Мера Модулярности. Алгоритм Лоувэйна.

Тема 8. Визуализация сетей

Проблема визуализации сетей. Критерии эффективности визуализации. Выразительные возможности при визуализации, интерактивная визуализация и визуализация фрагментов сети. Потребности в визуализации атрибутов элементов сети.

Различные размещения узлов при визуализации: случайное размещение, круговое размещение и его модификации, радиальное размещение, размещение, определенное привязкой узлов к метрическому пространству. Силовые размещения: алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда, алгоритм Камада-Кавани, алгоритм GraphOpt. Спектральные размещения. Матричная визуализация. Подходы к визуализации больших графов. Алгоритм LGL (Large Graph Layout).

Инструменты визуализации сетей.

Тема 9. Процессы в сетях: диффузия и пороговые модели

Случайное блуждание в сетях. Процессы в сетях: отказы и надежность, эпидемии и слухи. Анализ надежности сетей. Модели эпидемий: SI, SIS, SIR. Модели распространения инфекций.

Пороговые модели коллективного действия. Каскадные явления в сетях.

5.2 Учебно-тематический план очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваем ости
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			Общ., в т. ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия		
1.	Базовые понятия теории сетей и введение в библиотеку NetworkX	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
2.	Базовые метрики и свойства сетей и модели формирования случайных сетей	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
3.	Модели роста сетей	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
4.	Модели тесного мира и самоподобные сети	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
5.	Работа с данными о сетях и графовые базы данных	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
6.	Метрики центральности в сетях	15	5	1	4	10	Устный опрос, проверка практичес ких заданий
7.	Сообщества в сетях	13	3	1	2	10	Устный опрос, проверка практичес ких

							заданий
8.	Визуализация сетей	13	3	1	2	10	Устный опрос, проверка практических заданий
9.	Процессы в сетях: диффузия и пороговые модели	28	4	2	2	24	Устный опрос, проверка практических заданий
В целом по дисциплине		144	40	10	30	104	Контрольная работа

5.3 Содержание семинаров, практических занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8, 9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Тема 1. Базовые понятия теории сложных сетей и введение в библиотеку NetworkX	Знакомство с базовыми понятиями теории сложных сетей информационными технологиями анализа сложных сетей Входной контроль. Изучение технологического стека анализа сложных сетей, построенного на базе языка программирования Python и библиотеке NetworkX. Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)
Тема 2 Базовые метрики и свойства сетей и модели формирования случайных сетей	Локальные и интегральные свойства в сетях, метрики сетей, модели формирования случайных сетей, анализ распределения степеней узлов. Решение задач по генерации сетей по модели Эрдёша-Реньи (Erdos-Renyi) и родственным моделям. Решение задач на получение для сетей: кратчайшего пути, поиска связных компонент сети, средней длины пути в сети, деметра сети; коэффициента кластеризации для узлов и сети. Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)
Тема 3 Модели роста сетей	Модели роста сетей, содержательная интерпретация хвоста распределения степеней узлов для этих моделей. Ассортативность, коэффициент ассортативности. Решение задач построения сетей по моделям Барабаши-Альберта (Barabasi-Albert) и модель случайного роста сети. Построение распределения степеней узлов для этих моделей и поиск хабов в сети Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)

Тема 4 Модели тесного мира и самоподобные сети	<p>Сети в виде регулярных решеток и их параметры. Феномен «тесного мира» и модели сетей «тесного мира». Проблема построения критерия принадлежности сети к сетям «тесного мира». Самоподобные (фрактальные) сети и фрактальная размерность сетей.</p> <p>Решение задач построения сетей в виде регулярных решеток. Построение сетей с помощью модели Ваттса-Строгатца (Watts-Strogats).</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)
Тема 5 Работа с данными о сетях и графовые базы данных	<p>Получение данных о сетях из различных источников. Интеграция по данным NetworkX с другими инструментами анализа сетей.</p> <p>Графовые базы данных: обзор решений, языки запросов и интерфейсы для работы с сетями.</p> <p>Решение задач экспорта и импорта данных о сетях, сбора данных о сетях из открытых источников. Работа с сетью как со структурой property graph.</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)
Тема 6 Метрики центральности в сетях	<p>Понятие центральности узлов в сети и различные метрики центральности. Алгоритм PageRank и родственные алгоритмы.</p> <p>Решение задач поиска значений метрик центральности для центральности по степени (degree centrality), центральности по близости (closeness centrality), центральности по посредничеству (betweenness centrality), центральности по собственному вектору (eigenvector centrality).</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Индивидуальное выполнение заданий, групповой разбор результатов выполнения заданий (33% времени на интерактивные технологии)

Тема 7. Сообщества в сетях	<p>Понятие сетевых сообществ. Плотность связей в сети. Разделение сети на части. Степень посредничества связей, алгоритм Гирвана-Ньюмана и спектральные методы.</p> <p>Решение задач на выявление сетевых сообществ в сетях. Расчет плотности сети.</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Выполнение практических заданий на компьютере, работа в группах (33% времени на интерактивные технологии).
Тема 8. Визуализация сетей	<p>Проблема визуализации сетей. Рассмотрение различных размещений узлов при визуализации. Знакомство с различными инструментами визуализации сетей.</p> <p>Решение задач визуализации сетей с помощью: случайного размещения, кругового размещения и его модификаций, радиального размещения, размещения, определенное привязкой узлов к метрическому пространству.</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Выполнение практических заданий на компьютере, работа в группах (33% времени на интерактивные технологии).
Тема 9. Процессы в сетях: диффузия и пороговые модели	<p>Случайное блуждание в сетях. Процессы в сетях, пороговые и каскадные модели в сетях.</p> <p>Решение задач моделирования случайного блуждания в сетях, процессов эпидемий в сетях.</p> <p>Рекомендуемые источники: п. 8 [6-11], 9 [1-4]</p>	Выполнение практических заданий на компьютере, работа в группах (33% времени на интерактивные технологии).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Прикладные модели и методы теории сложных систем».

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Вопросы для оценки знаний и умений, характеризующих формирование компетенций

Шифр компетенции	Вопросы	Правильный ответ
ПKN - 4	1 Как называется путь между вершинами a и b в неориентированном графе, содержащий наименьшее количество ребер.	Кратчайший путь
	2. Как называется минимальное число параллельных трактов между любой парой узлов?	Связность сети
	3. Что характеризует Связность сети?	устойчивость сети к повреждениям
	4. Как называется алгоритм отсечения отрезков произвольным выпуклым многоугольником?	Алгоритм Кируса — Бека
	5.Как называется Алгоритм, который используется в компьютерной графике для клиппинга (нахождения области пересечения) отсекаемого многоугольника по отсекающему многоугольнику?	Алгоритм Уайлера — Атертона
	6. Как каких фигур используется алгоритм Уайлера — Атертона?	Для плоских
	7. Что такое «графовая центральность» в контексте сложных сетей?	Идентификация важных узлов или рёбер в сети
	8. Как называется модель, которая является алгоритмом генерации случайных безмасштабных сетей с использованием принципа предпочтительного присоединения?	Модель Барабаши-Альберт
	9. Какие две важные общие концепции включает в себя Модель Барабаши-Альберт?	Рост сети, принцип предпочтительного присоединения
	10. Как называется модель генерации случайных графов, в которой все графы с фиксированным набором вершин и фиксированным набором рёбер одинаково вероятны? Существует два тесно связанных	Модель Эрдёша-Реньи
	11.Какие существуют варианты модели Эрдёша-Реньи	Биномиальная, равномерная.
	12. Как называется метрика, которая гласит, что два графа близки, когда их плотности ребер близки на всех соответствующих им подмножествах вершин?	Метрика расхождения ребер
	13.Как называется симметричная измеримая функция $W : [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$?	Графон
	14 Как называется метрика, которая гласит, что два графа близки, если их распределения подграфов близки	Метрика выборки

	15. Как называется модель генерации случайных графов, которая создает графики со свойствами малого мира, включая малые средние длины путей и высокую кластеризацию?	Модель Уоттса–Строгаца
	16. В каком году была предложена Модель Уоттса–Строгаца?	1998
	17. – Как называется математический граф, в котором большинство узлов не являются соседями друг друга, но соседи любого данного узла, вероятно, будут соседями друг друга?	Сеть малого мира
	18. Что такое развивающиеся сети?	Динамические сети, которые меняются с течением времени
	19. Как называется <i>связный граф</i> , не содержащий <i>циклов</i> ?	Дерево
ПК-1	20. Как называется мера степени, в которой узлы графа имеют тенденцию группироваться вместе?	Коэффициент кластеризации
	21. Как называется коэффициент кластеризации вершины графа, который количественно определяет, насколько близки его соседи к тому, чтобы быть кликой (полным графом)?	Локальный
	22. Какие сети можно выделить по топологической структуре?	Случайные сети, сети свободного масштаба, сети малого мира, сети локального мира
	23. Какой алгоритм относится к семейству силовых алгоритмов укладки графов на плоскости, в котором используется пружинная физическая модель, где вершины определяются как тела системы, а ребра как пружины?	Алгоритм Камада-Кавай
	24. Как определяются ребро сети в модели Камада-Кавай?	Пружина
	25. Что является результатом алгоритма Камада-Кавай?	наглядное изображение графа на плоскости
	26. Как называется класс алгоритмов визуализации графов в эстетически приятном виде, цель которого расположить узлы графа в двумерном или трёхмерном пространстве так, что все рёбра имели бы более-менее одинаковую длину, и свести к минимуму число пересечений рёбер путём назначения сил для множества рёбер и узлов основываясь на их относительных положениях?	Силовые алгоритмы визуализации графов
	27. Что такое тороидальный граф?	граф, который можно уложить на тор.
	28. Как называется граф, который можно нарисовать на торе так, что его рёбра пересекаются только по общим вершинам.	Тороидальный граф
	29. Какое значение не превышает хроматическое число любого тороидального графа?	7
	30. . Хроматическое число любого тороидального графа без треугольников не превосходит?	4
	31. При визуализации графов два стандартных стиля представления графов?	дуговые диаграммы, круговые расположения

	32. Как называется наименьшее число пересечений рёбер плоского рисунка графа G.	Число пересечений
ПК-5	33. Чему равно число пересечений для планарным графа?	0
	34. Что такое нормированный граф?	Оориентированный граф без циклов.
	35. Как называется ребро, начало и конец которого находятся в одной и той же вершине.	Петля
	36 Как называется маршрут, в котором все вершины различны?	Простая цепь
	37.Как называется граф, в котором нет кратных рёбер и петель?	Простой граф
	38. Как называется простой цикл в графе, содержащий все вершины графа ровно по одному разу?	Гамильтонов цикл

Тесты

Шифр компетенции	Тестовые задания	Правильный ответ
ПКН- 4	1. Укажите определение «сложные сети в экономике»: а) Сети для подключения домашних устройств б) Сети, в которых все узлы взаимодействуют друг с другом, создавая сложные взаимосвязи в) Сети для передачи секретных данных	b
	2. Выберите примеры сложных сетей, которые можно найти в экономике: а) Сети социальных медиа б) Сети питания в) Сети планетарных систем	a , b
	3. Выберите понятия, которые связаны с теорией графов и сложными сетями: а) Теория цветов б) Маркетинговая стратегия в) Узлы, рёбра, граф, центральность и др.	c
ПК-1	4. Укажите основные преимущества использования анализа сложных сетей в экономике: а) Увеличение сложности сетей б) Понимание взаимосвязей и структуры рынков, потребительских предпочтений и других аспектов экономики в) Уменьшение количества данных	b
	5. Укажите определение «графовая центральность» в контексте сложных сетей: а) Оценка сложности графа б) Идентификация важных узлов или рёбер в сети в) Метод раскрашивания графов	b
	6. Выберите типы связей, которые могут существовать между узлами в сложных сетях экономики: а) Только физические связи б) Финансовые, информационные, транспортные и др. в) Личные связи	b
ПК-5	7. Укажите инструмент, используемый для визуализации и анализа сложных сетей: а) Электрическая схема б) Столовая салфетка	c

	с) Графические программы и пакеты для анализа сетей	
	8. Выберите экономические явления, которые могут быть изучены с помощью анализа сложных сетей? а) Изменение цвета доллара б) Финансовые кризисы, распределение доходов, влияние социальных групп на рынок и др. с) Смена времен года	b
	9. Укажите определение «малый мир» (small world) эффект в сложных сетях: а) Это название интернет-магазина б) Эффект, при котором большинство узлов в сети связаны через небольшое число промежуточных узлов с) Эффект, при котором сеть становится слишком большой для анализа	b
	10. Выберите проблемы, которые могут возникнуть при анализе сложных сетей в экономике: а) Нехватка данных б) Слишком много данных с) Проблемы с электропитанием	b
	11. Укажите сети, которые могут быть подвержены «сетевому эффекту» (network effect)? а) Сети общественного транспорта б) Сети, в которых ценность для пользователя растет с увеличением числа пользователей с) Сети для обмена рецептами	b
	12. Укажите последствия, которые может иметь анализ сложных сетей для экономики: а) Всегда приводит к росту безработицы б) Улучшение стратегий управления, прогнозирование экономических явлений, выявление рисков и возможностей с) Снижение стоимости бензина	b

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Нормативно-правовые акты

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть четвертая) № 30-ФЗ от 18.12.2006 г. (в редакции последующих законов).
2. Закон Российской Федерации «О государственной тайне» № 5485–1 от 21.07.1993 г. (в редакции последующих законов).
3. Федеральный Закон Российской Федерации «О коммерческой тайне»
4. № 98-ФЗ от 29.07.2004 г. (в редакции последующих законов).
5. Федеральный Закон Российской Федерации «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» № 149-ФЗ от 27.07.2006 г.

Основная литература:

6. Широбокова, С. Н. Программирование на языке Python для лабораторных занятий : учебное пособие / С. Н. Широбокова, А. А. Кацупеев, А. В. Сулыз. — Новочеркасск : ЮРГПУ, 2020. — 104 с. — ЭБС Лань. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/180938> (дата обращения: 26.06.2024). — Текст : электронный.

7. Шелудько, В.М. Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули: учебное пособие/ В. М. Шелудько. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2020. - 107 с. – ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1021664>, <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500060>. (дата обращения: 29.06.2024) - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

8. Сузи, Р.А. Язык программирования Python: курс / Р. А. Сузи. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2021. – 327 с. – ЭБС Университетская библиотека online.– http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233288&sr=1. (дата обращения: 29.08.2024).– Текст : электронный

9. Маккинли, У. Python и анализ данных / У. Маккинли ; пер. с англ. А.А. Слинкина. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 482 с.– URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1027796> (дата обращения: 29.06.2024). – Текст : электронный.

10. Клековкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для вузов / Г. А. Клековкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2022. — 240 с. — (Высшее образование). — ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/514847> (дата обращения: 16.08.2022). - Текст: электронный.

11. Сорочан, С. В. Основы теории графов : учебно-методическое пособие / С. В. Сорочан. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2024. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/344828> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Pyru 1.0.9 [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://pypi.python.org/pypi/pyru>

2. Python Documentation [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://python.org/doc/>

3. Python Standard Library [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://docs.python.org/2/library/>

4. NetworkX [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://networkx.github.io/>

5. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>

6. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>

7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
8. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
9. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru/>
10. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/> 1
11. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
13. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов проходит аудиторно и внеаудиторно. Организации самостоятельной работы служит календарно-тематический план изучения дисциплины. В этом плане указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельного изучения.

При подготовке к лекции целесообразно предварительно познакомиться с ее содержанием по рекомендованным пособиям и выделить наиболее трудные вопросы. Во время лекций следует конспектировать содержание лекции. После занятий следует провести работу с конспектом: отредактировать записи, оформить конспект. При оформлении целесообразно выделять специальным образом названия тем и формулировки вопросов, основные определения, формулировки нормативных документов и примеры решения рассмотренных задач. Сделанные записи нужно сверить с учебниками и учебными пособиями и в случае расхождений проконсультироваться с преподавателем.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонентов:

- 1) проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- 2) коллективный разбор корректности выполнения домашнего задания;
- 3) разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- 4) рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием; Проведение тестирования или письменного опроса.
- 5) разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- 6) корректировка заданий для самостоятельной работы студентов;
- 7) интерактивная форма – Практикум по решению задач по тематике занятия представляет собой решение списка задач, определенных преподавателем. В каждой группе есть «сильный» студент, который может выполнять функции консультанта и помощника преподавателю.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонентов:

- 1) проверка наличия контрольной работы каждого студента;
- 2) разбор типичных ошибок, возникших при выполнении контрольной работы;
- 3) проведение аудиторной контрольной работы.

При подготовке к практическому занятию необходимо повторить или, если это требуется, изучить соответствующий теоретический материал. Во время занятия нужно точно записывать формулировки решаемых задач, вопросы, указания преподавателя к решению и разбираемые решения. После занятий необходимо просмотреть записанные решения и восстановить в решениях имеющиеся пробелы. В случае затруднений отметить соответствующие задания и обратиться за консультацией к преподавателю. Практические занятия проходят, как правило, в интерактивной форме и преподаватель учитывает активность студентов, направленную на решение предложенных задач, и в поиске ответов на вопросы. Не следует бояться дать неверный ответ или допустить иную ошибку: исправление и анализ ошибок в режиме общения с преподавателем и сокурсниками в ходе практического занятия способствуют освоению учебного материала и предупреждают появление ошибок в дальнейшем.

На практических занятиях реализуется деятельностный подход для решения практических задач. Сущность его заключается в том, что в процессе учебных занятий создаются специальные условия, в которых обучающийся, опираясь на приобретенные знания, мысленно и практически действует в целях поиска и обоснования оптимальных вариантов ее решения. Создается проблемная задача, студенты знакомятся с задачей, анализируют ее, выделяют лежащее в ее основе противоречие, создают и обосновывают модель своих возможных действий по разрешению проблемной ситуации, пробуют разрешить возникшую проблему на основе имеющихся у них знаний, выстраивают модель своих действий по ее решению.

Домашние задания следует выполнять регулярно при подготовке к практическим занятиям. В большинстве своем задания являются типовыми, и образцы их решения содержатся в рекомендованных пособиях, в материалах лекций и практических занятий. Если то или иное задание вызвало затруднение необходимо обратиться к преподавателю на консультации или ближайшем практическом занятии. Регулярность в выполнении домашних заданий — важный фактор освоения дисциплины. Даже небольшие отклонения от графика могут спровоцировать серьезное отставание и в дальнейшем — риск получения неудовлетворительных оценок в ходе текущей и промежуточной аттестации. Для выполнения домашних заданий следует вести персональную ИБ в облачном сервисе <https://edu.lcfresh.com>. Контроль за выполнением домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий и выборочного собеседования.

Контрольные работы проводятся в форме письменного экспресс-опроса, открытых и закрытых тестовых заданий, решения ситуационных и

практических задач по темам учебной дисциплины

10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1 Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. ОС Astra Linux,
2. LibreOffice
3. Антивирус Kaspersky

10.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-образовательный портал Финуниверситета. <http://portal.ufrf.ru>
2. Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» <http://www.skrin.ru/>
3. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>.
6. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>.
7. Электронно-библиотечная система «Юрайт» www.biblio-online.ru.
8. ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>.

10.3 Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

Не предусмотрены

11.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины возможно использование вычислительных средств – компьютер, смартфон или планшет, в качестве дополнительных инструментов организации и осуществления образовательного процесса.

Материально-техническая база Краснодарского филиала Финансового университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам, обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и

междисциплинарной подготовки, практической и научно- исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Образовательный процесс обеспечивается специальными помещениями, которые представляют собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы студентов и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, обеспечивающими представление учебной информации большой аудитории, демонстрационным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, обеспечивающей доступ к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде Краснодарского филиала Финансового университета.

При изучении *теоретического* материала необходимо опираться на рабочую программу дисциплины и литературу из основного списка.

Кроме этого материала необходимо активно работать с Интернет-источниками и пособиями других авторов, помогающими усвоить материал отдельных разделов программы.