



Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования  
**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**  
(Финансовый университет)

**Кафедра искусственного интеллекта**  
**Факультет информационных технологий и анализа больших данных**

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью.

**Организация:** «ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

**Сертификат:** E24R7QDjCPNWofw0VayN2Mul8AHbDvRd

**Утверждено:** Проректор по учебной и методической работе, Е.А. Каменева

**Дата:** 26.01.2026 г.

**С.В. Макрушин , Н.В. Блохин , Н.А. Андриянов**  
**Машинное обучение в семантическом и сетевом анализе**

**Рабочая программа дисциплины**

для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
01.03.02 - Прикладная математика и информатика,  
Образовательная программа «Прикладное машинное обучение»  
Профиль:  
«Прикладное машинное обучение»

*Рекомендовано*

*Факультет информационных технологий и анализа больших данных  
(протокол № 08 от 19.05.2026 г.)*

*Одобрено*

*Кафедра искусственного интеллекта  
(протокол № 9 от 19.05.2026 г.)*



## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Наименование дисциплины .....                                                                                                                                                                                                    | 3  |
| 2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине .....                                          | 3  |
| 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....                                                                                                                                                                     |    |
| 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся .....                                                               | 5  |
| 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий .....                                                                             | 6  |
| 5.1. Содержание дисциплины .....                                                                                                                                                                                                    | 6  |
| 5.2. Учебно – тематический план .....                                                                                                                                                                                               | 8  |
| 5.3. Содержание семинаров, практических занятий .....                                                                                                                                                                               | 10 |
| 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                                                                                                             | 13 |
| 6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы .....                                                                                                          | 13 |
| 6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю .....                                                                                                                                                       | 15 |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....                                                                                                                                   | 16 |
| 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....                                                                                                                                 | 7  |
| 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....                                                                                                                  | 15 |
| 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....                                                                                                                                                              | 25 |
| 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) ..... | 28 |
| 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....                                                                                                              | 28 |



**1. Наименование дисциплины**

Машинное обучение в семантическом и сетевом анализе

**2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине**

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                    | Индикаторы достижения компетенции                                                 | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКП-2           | Способность выполнять анализ качества данных, выявлять и корректировать отклонения в данных и выполнять визуализацию данных | Демонстрирует знание методов анализа качества данных для различных типов значений | <b>Знать:</b> современные подходы к анализу качества структурированных, текстовых и графовых данных, методы выявления аномалий, шумов, противоречий и несогласованностей в сетевых и семантических данных, а также способы оценки полноты и достоверности информации<br><b>Уметь:</b> выполнять анализ качества данных различных типов, выявлять ошибки, дубликаты и аномальные структуры в графовых и семантических наборах данных, применять методы предварительного анализа и интерпретировать результаты диагностики данных |
|                 |                                                                                                                             | Владеет методами нормализации данных, в том числе работы с пропусками и выбросами | <b>Знать:</b> методы предобработки, нормализации и преобразования данных, способы обработки пропусков, выбросов и несбалансированных данных, а также особенности подготовки графовых и семантических данных для задач машинного обучения и сетевого анализа<br><b>Уметь:</b> осуществлять очистку, нормализацию и преобразование данных, обрабатывать пропущенные значения и выбросы, подготавливать графовые структуры и атрибу-                                                                                               |



| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции                                                | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                          |                                                                                  | тированные данные для обучения моделей машинного обучения и графовых нейронных сетей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                 |                          | Владеет современным инструментарием и практическими навыками визуализации данных | <b>Знать:</b> современные программные средства и библиотеки визуализации данных, подходы к визуализации графов, сетевых структур и эмбедингов, а также методы интерпретации результатов анализа данных и машинного обучения в задачах сетевого и семантического анализа<br><b>Уметь:</b> использовать современные библиотеки и программные инструменты для визуализации графовых и семантических данных, строить графики, сетевые диаграммы и интерактивные визуализации, интерпретировать результаты анализа и представлять их в наглядной форме |



### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение в семантическом и сетевом анализе» относится к «Модулю "Машинное обучение на графах"».

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

Очная форма обучения

| Вид учебной работы по дисциплине              | Всего (в з/е и часах) | Семестр 7 (в часах) |
|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>          | <b>3/108</b>          | <b>108</b>          |
| <i>Контактная работа – Аудиторные занятия</i> | <i>50</i>             | <i>50</i>           |
| <i>Лекции</i>                                 | <i>16</i>             | <i>16</i>           |
| <i>Семинары, практические занятия</i>         | <i>34</i>             | <i>34</i>           |
| <i>Самостоятельная работа</i>                 | <i>58</i>             | <i>58</i>           |
| Вид текущего контроля                         | Контрольная работа    | Контрольная работа  |
| Вид промежуточной аттестации                  | Зачет                 | Зачет               |



**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. Введение в анализ графовых данных и современные инструменты сетевого анализа на Python**

Понятие графовых и сетевых данных. Основные типы графов и способы их представления в памяти. Области применения сетевого анализа и машинного обучения на графах. Основы работы с языком программирования Python и библиотеками NetworkX, NumPy, Pandas и Matplotlib. Создание, обработка и визуализация графовых структур. Анализ базовых характеристик сети и подготовка данных для дальнейшего исследования.

**Тема 2. Модели сложных сетей, генерация графов и анализ структурных свойств сетей**

Случайные и безмасштабные сети. Модели Эрдёша–Реньи, Барабаши–Альберта и Ваттса–Строгатца. Основные структурные характеристики графов: степень узлов, плотность, коэффициент кластеризации, диаметр и длина пути. Исследование свойств реальных сетей и моделирование процессов формирования графовых структур. Анализ устойчивости и связности сетей.

**Тема 3. Методы анализа структуры графов: центральности, сообщества и кластеризация сетей**

Понятие центральности узлов и ее роль в анализе сетей. Метрики degree centrality, closeness centrality, betweenness centrality и eigenvector centrality. Методы выявления сообществ и кластеризации графов. Алгоритмы Girvan–Newman, Louvain и Label Propagation. Анализ структуры сообществ и интерпретация результатов кластеризации сетевых данных.

**Тема 4. Алгоритмы распространения информации на графах: случайные блуждания, PageRank и распространение меток**

Модели распространения информации и случайных процессов на графах. Алгоритмы случайных блужданий и их применение в анализе сетей. Принципы работы алгоритма PageRank и его использование для ранжирования узлов. Методы



распространения меток и semi-supervised learning на графах. Решение задач классификации узлов и анализа связности сети.

## **Тема 5. Методы представления графовых данных: эмбединги узлов, графов и отношений**

Понятие эмбединга и задачи векторного представления графовых данных. Подходы DeepWalk, node2vec и LINE. Использование случайных блужданий для формирования представлений узлов. Методы снижения размерности и визуализации эмбедингов. Применение эмбедингов для задач классификации, кластеризации и построения рекомендательных систем.

## **Тема 6. Графовые нейронные сети и глубокое обучение на графовых структурах данных**

Основы глубокого обучения на графах. Архитектуры графовых нейронных сетей: GCN, GraphSAGE, GAT и Message Passing Neural Networks. Процессы агрегации и распространения признаков между узлами. Обучение моделей для задач классификации узлов, предсказания связей и анализа графовых данных. Использование библиотек PyTorch Geometric и DGL.

## **Тема 7. Графы знаний, семантические сети и методы машинного обучения для работы со знаниями**

Понятие графов знаний и семантических сетей. Представление сущностей, отношений и атрибутов в графовых моделях данных. Основы RDF, OWL и SPARQL. Построение и обработка графов знаний на основе открытых источников данных. Методы машинного обучения для анализа семантических связей и автоматического извлечения знаний.

## **Тема 8. Современные методы анализа и применения графовых моделей в задачах искусственного интеллекта и рекомендательных системах**

Применение графовых моделей в интеллектуальных системах и анализе больших данных. Рекомендательные системы на основе графов и графовых эмбедингов. Использование графовых нейронных сетей в задачах обработки естественного языка, анализа социальных сетей и информационной безопасности. Современные направления развития машинного обучения на графах и перспективы применения графовых технологий в искусственном интеллекте.



## 5.2. Учебно – тематический план

Очная форма обучения

| п/<br>п | Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                                                             | Трудоемкость в часах |                                          |        |                                      |                        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|--------|--------------------------------------|------------------------|
|         |                                                                                                       | Всего                | Контактная работа - Аудиторная<br>работа |        |                                      | Самостоятельная работа |
|         |                                                                                                       |                      | Общая,<br>в т.ч.:                        | Лекции | Семинары,<br>практические<br>занятия |                        |
| 1       | Введение в анализ графовых данных и современные инструменты сетевого анализа на Python                | 12                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 6                      |
| 2       | Модели сложных сетей, генерация графов и анализ структурных свойств сетей                             | 14                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 8                      |
| 3       | Методы анализа структуры графов: центральности, сообщества и кластеризация сетей                      | 14                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 8                      |
| 4       | Алгоритмы распространения информации на графах: случайные блуждания, PageRank и распространение меток | 14                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 8                      |
| 5       | Методы представления графовых данных: эмбединги узлов, графов и отношений                             | 14                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 8                      |
| 6       | Графовые нейронные сети и глубокое обучение на                                                        | 16                   | 8                                        | 2      | 6                                    | 8                      |





| п/<br>п                      | Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                                                                                                  | Трудоемкость в часах |                                          |        |                                      |                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|--------|--------------------------------------|------------------------|
|                              |                                                                                                                                            | Всего                | Контактная работа - Аудиторная<br>работа |        |                                      | Самостоятельная работа |
|                              |                                                                                                                                            |                      | Общая,<br>в т.ч.:                        | Лекции | Семинары,<br>практические<br>занятия |                        |
|                              | графовых структурах<br>данных                                                                                                              |                      |                                          |        |                                      |                        |
| 7                            | Графы знаний,<br>семантические сети и<br>методы машинного<br>обучения для работы со<br>знаниями                                            | 12                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 6                      |
| 8                            | Современные методы<br>анализа и применения<br>графовых моделей в<br>задачах искусственного<br>интеллекта и<br>рекомендательных<br>системах | 12                   | 6                                        | 2      | 4                                    | 6                      |
| <b>В целом по дисциплине</b> |                                                                                                                                            | 108                  | 50                                       | 16     | 34                                   | 58                     |



### 5.3. Содержание семинаров, практических занятий

| Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                                              | Перечень вопросов для обсуждения на семинарах,<br>практических занятиях                                                                                                                                                                                                | Формы проведения занятий                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Введение в анализ графовых данных и современные инструменты сетевого анализа на Python | Основные типы графов и способы их представления. Создание и анализ графов в библиотеке NetworkX. Расчет базовых характеристик сети и визуализация графовых структур. Подготовка графовых данных к анализу и машинному обучению.                                        | Интерактивная форма, практикум по решению задач с использованием Python и библиотеки NetworkX, коллективное обсуждение результатов анализа графовых данных. |
| Модели сложных сетей, генерация графов и анализ структурных свойств сетей              | Построение случайных и безмасштабных сетей. Исследование моделей Эрдёша–Реньи, Барабаши–Альберта и Ваттса–Строгатца. Анализ распределения степеней узлов, коэффициента кластеризации и длины пути. Исследование свойств реальных и искусственно сгенерированных сетей. | Интерактивная форма, практикум по моделированию графов и анализу структурных свойств сетей в малых группах с последующим обсуждением результатов.           |
| Методы анализа структуры графов: центральности, сообщества и кластеризация сетей       | Расчет мер центральности узлов и интерпретация результатов. Выявление сообществ в графах с помощью алгоритмов Girvan–Newman, Louvain и Label Propagation. Анализ плотности графов и структуры сетевых сообществ. Сравнение методов кластеризации графов.               | Интерактивная форма, практикум по анализу структуры графов и выявлению сообществ с использованием современных библиотек анализа сетей.                      |
| Алгоритмы распространения информации на графах: случайные блуждания,                   | Реализация случайных блужданий на графах. Исследование алгоритма PageRank и анализ ранжирования узлов сети. Решение задач классификации узлов методом распространения меток. Анализ процессов передачи информации в сетях.                                             | Интерактивная форма, практикум по реализации алгоритмов распространения информации и визуализации результатов работы алгоритмов.                            |



| Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                                           | Перечень вопросов для обсуждения на семинарах,<br>практических занятиях                                                                                                                                                                                                    | Формы проведения занятий                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PageRank и распространение меток                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
| Методы представления графовых данных: эмбединги узлов, графов и отношений           | Построение эмбедингов узлов с использованием методов DeepWalk и node2vec. Анализ векторных представлений графовых данных. Визуализация эмбедингов и исследование близости объектов в латентном пространстве. Применение эмбедингов для задач классификации и рекомендаций. | Интерактивная форма, практикум по построению и анализу эмбедингов графов с использованием библиотек машинного обучения.                                        |
| Графовые нейронные сети и глубокое обучение на графовых структурах данных           | Реализация графовых нейронных сетей для задач классификации узлов и предсказания связей. Исследование архитектур GCN, GraphSAGE и GAT. Анализ распространения признаков в графовых нейронных сетях. Оценка качества моделей глубокого обучения на графах.                  | Интерактивная форма, практикум по разработке графовых нейронных сетей с использованием PyTorch Geometric и коллективным обсуждением результатов экспериментов. |
| Графы знаний, семантические сети и методы машинного обучения для работы со знаниями | Формирование графов знаний на основе структурированных данных. Представление сущностей и отношений в RDF-модели. Выполнение запросов к графам знаний с использованием SPARQL. Анализ семантических связей и применение методов машинного обучения к графам знаний.         | Интерактивная форма, практикум по созданию и анализу графов знаний с использованием семантических технологий и инструментов обработки графовых данных.         |
| Современные методы анализа и применения графовых моделей в задачах                  | Построение рекомендательных систем на основе графовых моделей. Анализ социальных и информационных сетей. Применение графовых                                                                                                                                               | Интерактивная форма, практикум по решению прикладных задач анализа графовых данных и                                                                           |



| Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                   | Перечень вопросов для обсуждения на семинарах,<br>практических занятиях                                                                | Формы проведения занятий                                          |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| искусственного интеллекта<br>и рекомендательных<br>системах | нейронных сетей в задачах искусственного интеллекта.<br>Исследование современных направлений развития<br>графового машинного обучения. | построению интеллектуальных систем на основе<br>графовых моделей. |



## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

| Наименование тем (разделов) дисциплины                                                                | Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение                                                                                                                     | Формы внеаудиторной самостоятельной работы                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Введение в анализ графовых данных и современные инструменты сетевого анализа на Python                | Изучение способов представления графов в памяти, анализ базовых характеристик сетей, построение и визуализация графовых структур с использованием библиотеки NetworkX.       | Работа с учебной и научной литературой, выполнение практических заданий по созданию и анализу графов, подготовка программного кода и отчетов по результатам анализа.               |
| Модели сложных сетей, генерация графов и анализ структурных свойств сетей                             | Исследование моделей случайных и безмасштабных сетей, анализ распределения степеней узлов, изучение свойств сетей тесного мира и методов генерации графовых структур.        | Самостоятельное изучение теоретического материала, решение практических задач по моделированию сетей, выполнение вычислительных экспериментов и анализ результатов.                |
| Методы анализа структуры графов: центральности, сообщества и кластеризация сетей                      | Изучение мер центральности и алгоритмов выявления сообществ, анализ структуры графов, исследование методов кластеризации сетевых данных и интерпретации результатов анализа. | Работа с литературой и документацией библиотек анализа графов, выполнение заданий по расчету метрик центральности и выявлению сетевых сообществ, подготовка аналитических выводов. |
| Алгоритмы распространения информации на графах: случайные блуждания, PageRank и распространение меток | Изучение алгоритмов случайных блужданий, принципов работы PageRank и методов распространения меток для решения задач классификации узлов графа.                              | Выполнение практических заданий по реализации алгоритмов распространения информации, анализ результатов вычислительных экспериментов, подготовка отчетов и визуализаций.           |



| Наименование тем<br>(разделов) дисциплины                                                                                | Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное<br>освоение                                                                                                                               | Формы внеаудиторной самостоятельной работы                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Методы представления графовых данных:<br>эмбединги узлов, графов и отношений                                             | Изучение методов построения эмбедингов графов и узлов, анализ алгоритмов DeepWalk и node2vec, исследование способов визуализации и интерпретации векторных представлений графовых данных. | Самостоятельное изучение алгоритмов эмбедингов, выполнение программной реализации методов представления графов, анализ качества полученных представлений и подготовка отчетов.   |
| Графовые нейронные сети и глубокое обучение на графовых структурах данных                                                | Изучение архитектур графовых нейронных сетей, принципов распространения признаков в графах и методов обучения моделей для классификации узлов и предсказания связей.                      | Работа с научными публикациями и документацией библиотек глубокого обучения, выполнение практических заданий по разработке GNN-моделей, проведение вычислительных экспериментов. |
| Графы знаний, семантические сети и методы машинного обучения для работы со знаниями                                      | Изучение принципов построения графов знаний и семантических сетей, способов представления сущностей и отношений, методов обработки и анализа семантических данных.                        | Работа с электронными ресурсами и документацией семантических технологий, выполнение заданий по созданию графов знаний и анализу семантических связей.                           |
| Современные методы анализа и применения графовых моделей в задачах искусственного интеллекта и рекомендательных системах | Исследование применения графовых моделей в рекомендательных системах, социальных сетях и интеллектуальных системах, анализ современных направлений развития графового машинного обучения. | Самостоятельное изучение современных научных публикаций, выполнение прикладных заданий по анализу графовых данных и подготовка аналитических обзоров по тематике дисциплины.     |



## **6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

### ***Примерные задания для контрольной работы***

1. Построить граф по заданному набору данных и определить основные характеристики сети: число узлов, число ребер, среднюю степень узлов и коэффициент кластеризации.
2. Выполнить визуализацию графа с использованием различных алгоритмов расположения узлов и проанализировать структуру сети.
3. Рассчитать меры центральности узлов графа и определить наиболее значимые вершины сети.
4. Реализовать алгоритм PageRank и сравнить результаты ранжирования узлов с другими мерами центральности.
5. Выполнить выявление сообществ в графе с использованием алгоритма Louvain или Girvan–Newman.
6. Исследовать распределение степеней узлов для случайного и безмасштабного графа.
7. Построить эмбединги узлов графа методом node2vec и визуализировать результаты в двумерном пространстве.
8. Реализовать задачу классификации узлов графа на основе эмбедингов и оценить качество модели.
9. Реализовать графовую нейронную сеть для задачи классификации узлов в атрибутированном графе.
10. Построить граф знаний на основе набора сущностей и отношений и выполнить анализ семантических связей между объектами.

### **Дополнительная информация**

*Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры искусственного интеллекта Факультета информационных технологий и анализа больших данных.*



## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний**

| Наименование компетенции                                                                                                           | Наименование индикаторов достижения компетенции                                   | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                               | Типовые контрольные задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКП-2. Способность выполнять анализ качества данных, выявлять и корректировать отклонения в данных и выполнять визуализацию данных | Демонстрирует знание методов анализа качества данных для различных типов значений | <b>Знать:</b> современные подходы к анализу качества структурированных, текстовых и графовых данных, методы выявления аномалий, шумов, противоречий и несогласованностей в сетевых и семантических данных, а также способы оценки полноты и достоверно- | 1. Опишите современные методы анализа качества структурированных, текстовых и графовых данных. Поясните подходы к выявлению аномалий, шумов, противоречий и несогласованностей в семантических и сетевых данных, а также методы оценки полноты и достоверности информации.<br>2. Дан набор графовых и текстовых данных, содержащий дубликаты сущностей, пропущенные связи и аномальные структуры. Необходимо:<br>- Выполнить предварительный анализ качества данных;<br>- Выявить ошибки, дубликаты и несогласованности;<br>- Определить возможные аномальные элементы графа;<br>- Оценить полноту и достоверность данных;<br>- Интерпретировать полученные результаты и предложить меры по повышению качества набора данных. |





| Наименование компетенции | Наименование индикаторов достижения компетенции                                   | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                                                 | Типовые контрольные задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                                                   | сти информации<br><b>Уметь:</b> выполнять анализ качества данных различных типов, выявлять ошибки, дубликаты и аномальные структуры в графовых и семантических наборах данных, применять методы предварительного анализа и интерпретировать результаты диагностики данных |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                          | Владеет методами нормализации данных, в том числе работы с пропусками и выбросами | <b>Знать:</b> методы предобработки, нормализации и преобразования данных, способы обработки пропусков, выбросов и                                                                                                                                                         | 1. Опишите основные методы предобработки и нормализации данных. Охарактеризуйте подходы к обработке пропущенных значений, выбросов и несбалансированных данных, а также особенности подготовки графовых и семантических данных для задач машинного обучения и сетевого анализа.<br>2. Дан набор структурированных и графовых данных, содержащий пропущенные значения, выбросы и несбалансированные классы. Необходимо: |



| Наименование компетенции | Наименование индикаторов достижения компетенции | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Типовые контрольные задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                 | <p>несбалансированных данных, а также особенности подготовки графовых и семантических данных для задач машинного обучения и сетевого анализа</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять очистку, нормализацию и преобразование данных, обрабатывать пропущенные значения и выбросы, подготавливать графовые структуры и атрибутированные данные для обучения моделей машинного обучения и графовых нейронных сетей</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Выполнить очистку и нормализацию данных;</li><li>- Обработать пропущенные значения и аномальные наблюдения;</li><li>- Подготовить графовые структуры и атрибутированные данные для последующего обучения модели машинного обучения или графовой нейронной сети;</li><li>- Обосновать выбор примененных методов предобработки данных.</li></ul> |



| Наименование компетенции | Наименование индикаторов достижения компетенции                                  | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Типовые контрольные задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Владеет современным инструментарием и практическими навыками визуализации данных | <p><b>Знать:</b> современные программные средства и библиотеки визуализации данных, подходы к визуализации графов, сетевых структур и эмбедингов, а также методы интерпретации результатов анализа данных и машинного обучения в задачах сетевого и семантического анализа</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные библиотеки и программные инструменты для визуализации графовых и семантических дан-</p> | <p>1. Опишите современные программные средства и библиотеки визуализации данных. Рассмотрите подходы к визуализации графов, сетевых структур и эмбедингов, а также методы интерпретации результатов анализа данных и машинного обучения в задачах сетевого и семантического анализа.</p> <p>2. Дан набор графовых и семантических данных, а также результаты работы модели машинного обучения. Необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Построить визуализации графовых структур и связей между объектами;</li><li>- Выполнить визуализацию эмбедингов или результатов кластеризации;</li><li>- Использовать современные библиотеки и программные средства визуализации данных;</li><li>- Интерпретировать полученные результаты и представить их в наглядной форме для анализа предметной области.</li></ul> |



| Наименование компетенции | Наименование индикаторов достижения компетенции | Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции                                                     | Типовые контрольные задания |
|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                          |                                                 | ных, строить графики, сетевые диаграммы и интерактивные визуализации, интерпретировать результаты анализа и представлять их в наглядной форме |                             |



### ***Примеры практико-ориентированных заданий***

1. Реализовать систему анализа структуры социальной сети на основе графовых данных. Необходимо загрузить набор данных о взаимодействиях пользователей, выполнить построение графа, рассчитать основные структурные характеристики сети, определить наиболее значимые узлы с использованием мер центральности и визуализировать результаты анализа. Провести интерпретацию выявленных закономерностей и подготовить аналитический отчет.

2. Разработать модель выявления сообществ в графе с использованием нескольких алгоритмов кластеризации сетей. Требуется реализовать и сравнить алгоритмы Louvain, Girvan–Newman и Label Propagation на одном наборе графовых данных, оценить качество выделения сообществ, исследовать влияние параметров алгоритмов и представить результаты в виде визуализации структуры сети.

3. Реализовать алгоритм построения эмбедингов узлов графа с использованием методов DeepWalk или node2vec. Необходимо подготовить графовый набор данных, обучить модель векторных представлений узлов, выполнить визуализацию эмбедингов в двумерном пространстве и использовать полученные представления для решения задачи классификации узлов графа.

4. Разработать рекомендательную систему на основе графовой модели взаимодействий пользователей и объектов. Требуется построить двудольный граф, реализовать алгоритм формирования рекомендаций с использованием графовых эмбедингов или случайных блужданий, провести оценку качества рекомендаций и исследовать влияние параметров модели на итоговые результаты.

5. Реализовать графовую нейронную сеть для задачи классификации узлов или предсказания связей в графе. Необходимо подготовить атрибутированный графовый набор данных, реализовать архитектуру GCN или GraphSAGE с использованием PyTorch Geometric, провести обучение модели, сравнить результаты с классическими методами машинного обучения и проанализировать качество предсказаний.

6. Разработать граф знаний для заданной предметной области и реализовать методы анализа семантических связей между сущностями. Требуется выполнить сбор и подготовку данных из открытых источников, сформировать граф знаний, реализовать запросы к графу с использованием SPARQL, построить эмбединги сущностей и провести исследование возможности автоматического предсказания новых связей между объектами графа знаний.

### ***Примеры вопросов для подготовки к промежуточной аттестации***

#### ***Примерные вопросы для подготовки к зачету***



1. Понятие графовых и сетевых данных. Основные области применения сетевого анализа.
2. Основные типы графов и способы их представления в памяти компьютера.
3. Базовые характеристики графов: степень узла, плотность, компоненты связности.
4. Коэффициент кластеризации и его интерпретация при анализе сетей.
5. Средняя длина пути и диаметр графа.
6. Случайные графы и модель Эрдёша–Реньи.
7. Безмасштабные сети и модель Барабаши–Альберта.
8. Феномен тесного мира и модель Ваттса–Строгатца.
9. Распределение степеней узлов в реальных сетях.
10. Понятие центральности узлов в графе.
11. Центральность по степени и области ее применения.
12. Центральность по близости и особенности ее вычисления.
13. Центральность по посредничеству и анализ потоков информации в сети.
14. Центральность по собственному вектору.
15. Алгоритм PageRank и его математические основы.
16. Случайные блуждания на графах и их применение.
17. Алгоритмы распространения меток на графах.
18. Методы выявления сообществ в сетях.
19. Алгоритм Girvan–Newman и его особенности.
20. Мера модулярности графа и алгоритм Louvain.
21. Спектральные методы кластеризации графов.
22. Понятие эмбединга графовых данных.
23. Алгоритм DeepWalk и его применение.
24. Алгоритм node2vec и особенности случайных блужданий.
25. Методы визуализации эмбедингов графов.
26. Основные задачи машинного обучения на графах.
27. Архитектура графовых нейронных сетей GCN.
28. Архитектура GraphSAGE и особенности агрегации признаков.
29. Графовые сети внимания GAT.
30. Задачи классификации узлов и предсказания связей в графах.
31. Понятие графов знаний и семантических сетей.
32. Основы RDF, OWL и SPARQL.
33. Методы эмбедингов графов знаний.
34. Применение графовых моделей в рекомендательных системах.
35. Современные направления развития графового машинного обучения и графовых нейронных сетей.



## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***Основная литература:***

1. Антонов, И. В. Прикладное глубокое обучение [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / Антонов И. В., Бруттан Ю. В. Псков : ПсковГУ, 2024 138 с. Книга из коллекции ПсковГУ - Информатика <https://e.lanbook.com/book/494504> ISBN 978-5-00200-228-3. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-494504]

### ***Дополнительная литература:***

1. Платонов, Алексей Владимирович Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. 2-е изд. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2026 89 с ( Высшее образование ) URL: <https://urait.ru/bcode/589132> (дата обращения: 27.02.2026). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей <https://urait.ru/bcode/589132> ISBN 978-5-534-20732-3 : 439.00. [БИК ID: RU2fURAIT2f589132]
2. Шелухин, О. И. Искусственный интеллект и машинное обучение в кибербезопасности [ Электронный ресурс ] : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ. направление подготовки: 10.03.01 информационная безопасность. профили: «безопасность компьютерных систем», «безопасность автоматизированных систем» / Шелухин О. И., Осин А. В., Раковский Д. И. Москва : МТУСИ, 2022 52 с. Книга из коллекции МТУСИ - Информатика <https://e.lanbook.com/book/333755>. [БИК ID: RU-LAN-BOOK-333755]

### ***Нормативные правовые акты:***

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
2. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».
3. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490.
4. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта, разработанный Альянсом в сфере искусственного интеллекта



## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <https://www.planetaexcel.ru/>
2. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>  
(<http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf>)
3. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
4. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников»  
<https://grebennikon.ru/>
5. Математические журналы: полнотекстовая коллекция Математического института им. В.А. Стеклова РАН <https://www.mathnet.ru/>
6. Финансовая справочная система «Финансовый директор» <http://www.1fd.ru/>
7. Ресурсы информационно-аналитического агентства по финансовым рынкам Cbonds.ru <https://cbonds.ru/>
8. Data Science Essentials / Microsoft. – <https://www.edx.org/course/data-science-essentials-microsoft-dat203-1x-3>
9. Principles of Machine Learning / Microsoft. – <https://www.edx.org/course/principles-machine-learning-microsoft-dat203-2x-3>
10. Профессиональный ресурс по машинному обучению. – <https://machinelearning.ru>
11. Специализация «Машинное обучение и анализ данных» / МФТИ и Яндекс. – <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis>





## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «Машинное обучение в семантическом и сетевом анализе» предполагает последовательное изучение теоретических основ анализа графовых данных, методов машинного обучения на сетевых структурах, а также формирование практических навыков реализации алгоритмов анализа и обработки графов с использованием современных программных средств. В процессе изучения дисциплины обучающимся рекомендуется уделять особое внимание взаимосвязи математических основ сетевого анализа, методов представления данных и прикладных задач интеллектуальной обработки информации.

Эффективное освоение дисциплины требует систематической работы с лекционным материалом, учебной и научной литературой, а также регулярного выполнения практических заданий. При подготовке к занятиям обучающимся рекомендуется предварительно знакомиться с содержанием соответствующей темы, изучать основные понятия, методы и алгоритмы, а также анализировать примеры их практического применения в задачах обработки графовых и семантических данных. Особое значение имеет понимание особенностей представления сетевых структур, интерпретации метрик графов и принципов работы алгоритмов машинного обучения на графах.

Практические занятия ориентированы на формирование навыков программной реализации методов сетевого анализа и графового машинного обучения с использованием языка программирования Python и специализированных библиотек. В ходе выполнения практических заданий обучающимся рекомендуется не ограничиваться воспроизведением готовых примеров, а проводить самостоятельный анализ поведения алгоритмов, исследовать влияние параметров моделей и интерпретировать результаты вычислительных экспериментов. При выполнении заданий необходимо уделять внимание качеству подготовки данных, корректности визуализации результатов и обоснованности полученных выводов.

Для выполнения практических и проектных заданий обучающимся рекомендуется использовать открытые графовые и семантические наборы данных, размещенные в специализированных репозиториях и научных ресурсах. В качестве основных источников данных могут использоваться платформы SNAP (Stanford Network Analysis Project), Kaggle, Open Graph Benchmark (OGB), Network Repository, а также открытые графы знаний Wikidata и DBpedia. Дополнительно допускается самостоятельное формирование графовых наборов данных на основе веб-скрейпинга, открытых API и данных социальных сетей при соблюдении требований действующего законодательства и правил обработки данных.



Для выполнения вычислительных экспериментов рекомендуется использовать персональный компьютер или ноутбук с операционной системой Windows, Linux или macOS. Минимальные технические требования предполагают наличие многоядерного процессора, не менее 8 ГБ оперативной памяти и свободного дискового пространства объемом от 10 ГБ для хранения библиотек, моделей и наборов данных. Для выполнения задач, связанных с обучением графовых нейронных сетей и обработкой крупных графовых структур, рекомендуется использование устройств с объемом оперативной памяти от 16 ГБ и поддержкой графических ускорителей NVIDIA с поддержкой CUDA.

В процессе освоения дисциплины обучающимся рекомендуется использовать язык программирования Python и современные библиотеки анализа графовых данных и машинного обучения, включая NetworkX, PyTorch, PyTorch Geometric, DGL, NumPy, Pandas, Scikit-learn и Matplotlib. Разработка и выполнение практических заданий может осуществляться в средах Jupyter Notebook, Visual Studio Code или Google Colab, обеспечивающих удобство проведения вычислительных экспериментов и визуализации результатов анализа.

Самостоятельная работа обучающихся является важной частью освоения дисциплины и включает изучение дополнительных материалов, выполнение вычислительных экспериментов, анализ научных публикаций и подготовку отчетов по результатам исследований. При работе с литературой рекомендуется использовать современные научные статьи, электронные библиотеки, официальную документацию библиотек машинного обучения и сетевого анализа, а также открытые наборы графовых данных.

При подготовке к промежуточной аттестации особое внимание следует уделять пониманию теоретических основ алгоритмов анализа графов, принципов построения эмбедингов, архитектур графовых нейронных сетей и особенностей применения графовых моделей в задачах искусственного интеллекта. Обучающийся должен уметь не только воспроизводить основные определения и алгоритмы, но и аргументированно обосновывать выбор методов анализа данных, интерпретировать результаты вычислений и применять полученные знания для решения практико-ориентированных задач.

При подготовке к текущему контролю следует использовать нормативные документы Финансового университета, Методические рекомендации по планированию и организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов по образовательным программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете, утвержденные приказом Финуниверситета от 11.05.2021 г. № 1040/о (см. сайт Финансового Университета: на главной странице раздел "Наш



университет" → "Единая правовая база Финуниверситета" → "Организация учебного процесса" → "Нормативные документы по самостоятельной работе" ).



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

**Комплект лицензионного программного обеспечения:**

1. Python 3.8
2. Jupyter Notebook (Windows 10)
3. Антивирус Kaspersky

**Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-правовая система «Гарант»
2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»
3. Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>
4. Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» - <http://www.skrin.ru/>

**Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации**

1. не предусмотрены

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

1. **Учебная аудитория** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)
2. **Компьютерный класс** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры, набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)