



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра алгебраических и информационных систем



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.06 Семантический искусственный интеллект**

|                                                           |                                                   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Направление подготовки                                    | 09.03.03 Прикладная информатика                   |
| Направленность (профиль) подготовки информационных систем | Проектирование и разработка информационных систем |
| Квалификация выпускника                                   | бакалавр                                          |
| Форма обучения                                            | очная                                             |

Иркутск 2026 г.

# I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Цели

Целью дисциплины является формирование у обучающихся целостного представления о семантическом искусственном интеллекте как о подходе, объединяющем методы представления знаний (онтологии, графы знаний, семантический веб), обработку естественного языка (NLP) и современные модели машинного обучения (в т.ч. большие языковые модели) для понимания смысла данных и построения интеллектуальных приложений (семантический поиск, вопросно-ответные системы, интеграция данных и управление знаниями).

## Задачи

Задачами дисциплины являются:

- освоение базовых понятий семантики, семантического веба, графов знаний и онтологий;
- изучение стандартов и технологий представления знаний (RDF, RDFS, OWL), языков запросов и механизмов доступа к знаниям (SPARQL), подходов валидации и ограничений (SHACL/Shape-подходы);
- освоение методов NLP, извлечения сущностей и отношений, построения графов знаний из текстов, связывания сущностей (entity linking) и интеграции разнородных источников;
- понимание принципов современных языковых моделей и интеграции LLM с семантическими структурами (семантический слой, RAG поверх графов знаний, генерация запросов);
- развитие практических навыков проектирования онтологий и построения графов знаний, выполнения SPARQL-запросов, разработки прототипов семантических приложений;
- формирование культуры ответственного применения ИИ: оценка ограничений, качества данных, этических и профессиональных аспектов (приватность, смещения, безопасность);
- подготовка к решению практических задач разработки и сопровождения интеллектуальных систем: семантический поиск, рекомендации, QA, корпоративное управление знаниями.

# II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

## 2.1. Место дисциплины

Учебная дисциплина (модуль) «Семантический искусственный интеллект» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений «Блок 1. Дисциплины (модули)».

## 2.2. Предшествующие дисциплины

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- основы программирования (Python/Java);
- основы баз данных и информационных систем;
- основы дискретной математики и логики (на базовом уровне);
- основы алгоритмов и структур данных;
- основы веб-технологий (желательно).

## 2.3. Последующие дисциплины

Знания и навыки, сформированные в рамках дисциплины, могут применяться в последующих дисциплинах и видах деятельности:

- проектирование и разработка информационных систем;
- интеллектуальные системы и анализ данных;
- инженерия данных и интеграция данных;
- управление знаниями в организации;
- выпускная квалификационная работа (ВКР).

# III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки.

## Компетенции и индикаторы

| Компетенция                                                                    | Индикаторы достижения компетенции                                      | Планируемые результаты обучения (ЗУН)                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-8</b><br>Способен применять ИИ для генерации и отладки программного кода | <b>ПК-8.1</b> Применяет ИИ-инструменты для генерации программного кода | <b>Знать:</b> принципы работы LLM/генеративных моделей, основы промпт-инжиниринга;<br><b>уметь:</b> формулировать запросы к ИИ для генерации кода и семантических запросов (SPARQL);<br><b>владеть:</b> навыками оценки корректности и качества результата. |

| Компетенция                                                                                            | Индикаторы достижения компетенции                                                       | Планируемые результаты обучения (ЗУН)                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | <b>ПК-8.2</b> Использует ИИ для анализа и отладки кода                                  | <b>Знать:</b> типовые ошибки интеграции семантических компонентов (RDF/OWL/SPARQL, API); <b>уметь:</b> применять ИИ для локализации дефектов, интерпретации логов и формулирования гипотез; <b>владеть:</b> приемами трассировки и воспроизводимости. |
|                                                                                                        | <b>ПК-8.3</b> Оптимизирует код с помощью ИИ                                             | <b>Знать:</b> метрики производительности (время ответа SPARQL, сложность запросов); <b>уметь:</b> использовать ИИ для рефакторинга и оптимизации; <b>владеть:</b> навыками сравнения альтернативных решений и профилирования.                         |
|                                                                                                        | <b>ПК-8.4</b> Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке | <b>Знать:</b> риски утечек данных, смещения, нарушения лицензий и прав; <b>уметь:</b> выбирать безопасные режимы использования ИИ; <b>владеть:</b> практиками документирования и соблюдения требований ИБ.                                            |
| <b>ПК-12</b><br>Способен организовать процессы применения ИИ для генерации и отладки программного кода | <b>ПК-12.1</b> Организует применение ИИ-инструментов для генерации кода                 | <b>Знать:</b> жизненный цикл внедрения ИИ-инструментов; <b>уметь:</b> регламентировать процессы генерации кода и проверок; <b>владеть:</b> подходами к контролю качества и ревью.                                                                     |
|                                                                                                        | <b>ПК-12.2</b> Организует применение ИИ для анализа и отладки кода                      | <b>Знать:</b> методы наблюдаемости (логирование/метрики); <b>уметь:</b> строить процесс triage и анализа инцидентов; <b>владеть:</b> навыками подготовки инструкций и чек-листов.                                                                     |

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции                                                        | Планируемые результаты обучения (ЗУН)                                                                                                                                                                         |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <b>ПК-12.3</b> Организует оптимизацию кода с помощью ИИ                                  | <b>Знать:</b> подходы к оптимизации запросов и графовых операций; <b>уметь:</b> ставить задачи оптимизации и принимать результаты; <b>владеть:</b> практиками регрессионного тестирования производительности. |
|             | <b>ПК-12.4</b> Оценивает этические и профессиональные аспекты применения ИИ в разработке | <b>Знать:</b> требования к безопасности и соответствию; <b>уметь:</b> внедрять политики безопасного использования ИИ; <b>владеть:</b> навыками риск-анализа и аудита применений ИИ.                           |

## IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Общая трудоемкость

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 45 часов на контроль, из них 45 часов на экзамен. Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 15 часов самостоятельной работы. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

### 4.1. Содержание дисциплины по темам с указанием видов занятий и СРС

Ниже приведена рекомендованная подробная структура дисциплины. Конкретное распределение часов может уточняться кафедрой с сохранением общей трудоемкости.

| № | Тема                                                                                                                                                   | Лекц. | Практ./лаб. | СРС |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|-----|
| 1 | Введение в семантический ИИ: место в ИИ, история, ключевые понятия; обзор приложений (семантический поиск, QA, интеграция данных, управление знаниями) | 2     | 0           | 2   |
| 2 | Формальная семантика и язык: значение, контекст, полисемия; основы семантических отношений                                                             | 2     | 2           | 2   |

| №  | Тема                                                                                                       | Лекц. | Практ./лаб. | СРС |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|-----|
| 3  | Представление знаний: типы знаний, модели, логические основы, ограничения и консистентность                | 2     | 2           | 2   |
| 4  | Графы знаний: сущности, отношения, атрибуты; примеры (DBpedia, Wikidata); моделирование предметной области | 2     | 2           | 2   |
| 5  | RDF/RDFS: модель триплетов, сериализации (Turtle, JSON-LD), схемы и словари; практики публикации данных    | 2     | 2           | 2   |
| 6  | Онтологии и OWL: классы, свойства, ограничения, инженерия онтологий; инструменты (Protégé)                 | 2     | 2           | 3   |
| 7  | Запросы SPARQL: SELECT/CONSTRUCT/ASK; фильтрация, агрегаты; организация endpoint                           | 2     | 2           | 3   |
| 8  | Рассуждение (reasoning): логический вывод, правила (Datalog/SWRL концептуально), проверка консистентности  | 2     | 2           | 3   |
| 9  | Основы NLP для семантических задач: токенизация, лемматизация, синтаксический анализ; пайплайны            | 2     | 2           | 3   |
| 10 | Извлечение информации: NER, извлечение отношений, entity linking; построение графов знаний из текста       | 2     | 2           | 4   |
| 11 | Языковые модели и эмбединги: word embeddings, sentence embeddings; семантическое сходство                  | 2     | 2           | 4   |
| 12 | LLM и интеграция с семантикой: RAG поверх графа знаний, генерация SPARQL, контроль качества и безопасности | 2     | 2           | 4   |
| 13 | Семантический поиск: поиск по смыслу, гибридный поиск (KG + embeddings), ранжирование, оценка качества     | 2     | 2           | 4   |
| 14 | Рекомендательные системы с семантикой: контентные и графовые рекомендации; объяснимость рекомендаций       | 2     | 2           | 3   |
| 15 | Интеграция данных и управление знаниями: устранение силосов, качество данных, валидация, governance        | 2     | 2           | 3   |
| 16 | Вопросно-ответные системы: KBQA, QA по документам, корпоративные ассистенты; безопасность и on-premise     | 2     | 2           | 3   |

| №  | Тема                                                                                        | Лекц. | Практ./лаб.СРС |   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|---|
| 17 | Проектная работа: проектирование решения (онтология + KG + поиск/QA), демонстрация и защита | 0     | 6              | 8 |

## 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы

| № | Вид СРС                                                                                                 | Часы | Форма контроля                |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------|
| 1 | Подготовка к лекциям: чтение конспекта/материалов, терминология, вопросы по теме                        | 6    | опрос/мини-тест               |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям: изучение примеров RDF/OWL/SPARQL, подготовка данных/текстов         | 8    | проверка решений              |
| 3 | Составление глоссария терминов (семантика, RDF, OWL, SPARQL, KG, NER, entity linking, RAG и др.)        | 6    | сдача глоссария               |
| 4 | Информационный поиск: подбор и аннотирование источников (книги/статьи/стандарты W3C) по выбранной теме  | 6    | список источников + аннотации |
| 5 | Мини-исследование/реферат по выбранному кейсу семантического ИИ (бизнес/медицина/финансы/юриспруденция) | 6    | реферат/доклад                |
| 6 | Проектная работа (индивидуальная/групповая): онтология + KG + прототип (поиск/QA/рекомендации)          | 14   | защита проекта                |
| 7 | Подготовка к экзамену: повторение материала, решение типовых задач, разбор вопросов                     | 36   | экзамен                       |

## 4.3. Содержание учебного материала

### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Рекомендуемые практические/лабораторные работы (примерный перечень):

1. Анализ предметной области и построение концептуальной модели (сущности/отношения/атрибуты).
2. Создание набора RDF-триплетов в Turtle и загрузка в локальный граф (RDFlib/Triple store).
3. Проектирование онтологии в OWL (классы, свойства, ограничения) в Protégé.
4. Написание SPARQL-запросов к DBpedia/Wikidata и к собственному графу знаний.
5. Проверка консистентности онтологии и демонстрация логического вывода (reasoning).
6. Построение NLP-пайплайна: токенизация, NER для русскоязычных текстов (spaCy/модели).
7. Извлечение отношений и формирование триплетов из текста; построение мини-KG из корпуса.
8. Семантическое сходство и эмбединги: сравнение документов/вопросов.

9. Семантический поиск: прототип поиска по смыслу (embeddings) + фильтрация по KG.
10. Вопросно-ответная система: превращение вопроса в SPARQL/запрос к индексу; оценка качества.
11. Итоговый проект: архитектура, реализация прототипа, демонстрация, документация и защита.

#### 4.3.2. Темы (вопросы), выносимые на самостоятельное изучение

1. История семантического веба и современные направления развития (Semantic Web, Knowledge Graphs, enterprise KG).
2. Стандарты W3C (обзор RDF 1.1, OWL 2, SPARQL 1.1) и практика их применения.
3. SHACL/валидация RDF (на уровне понимания и примеров).
4. Подходы entity linking и разрешения неоднозначности в реальных данных.
5. Интеграция LLM с графами знаний: RAG, генерация запросов, контроль галлюцинаций.
6. Масштабирование и оптимизация SPARQL: индексация, кеширование, шаблоны запросов.
7. Этические и правовые аспекты ИИ: приватность, лицензии, безопасность, воспроизводимость.

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса и направлена на закрепление и углубление знаний, формирование навыков самоорганизации и исследовательской деятельности.

Рекомендуемые формы самостоятельной работы:

- **Подготовка к лекциям** (не менее 0,2 часа на 2-часовую лекцию): предварительное чтение, формирование вопросов, выделение ключевых терминов.
- **Подготовка к практическим занятиям** (не менее 0,2 часа): изучение примеров, подготовка данных/кейсов, выполнение предварительных шагов настройки окружения.
- **Составление глоссария**: сбор терминов и определений по дисциплине, ведение в алфавитном порядке, раскрытие смысла.
- **Информационный поиск**: подбор источников по выбранной теме; критическая оценка; краткое аннотирование.
- **Проектная работа**: диагностика задачи, проектирование, реализация, рефлексия и подготовка защиты.

## 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка онтологии для выбранной предметной области (образование/медицина/финансы/юр).
2. Построение графа знаний и SPARQL-интерфейса для корпоративного каталога данных.
3. Прототип системы семантического поиска по документам с использованием KG и эмбедингов.
4. Вопросно-ответная система (KBQA) по графу знаний: преобразование вопросов в SPARQL.
5. Извлечение сущностей и отношений из русскоязычных текстов и построение мини-KG.
6. Интеграция LLM и графа знаний: RAG-ассистент над внутренними документами и KG.
7. Валидация и контроль качества графа знаний: проверка консистентности, выявление конфликтов.
8. Семантическая рекомендательная система на базе KG (товары/курсы/вакансии).
9. Семантическая интеграция разнородных источников (ETL/ELT + entity resolution + KG).
10. Анализ этических и профессиональных аспектов применения LLM в корпоративных семантических системах.

## V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) Основная литература

1. Allemang D., Hendler J. *Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling in RDFS and OWL*. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2011.
2. Hogan A. et al. *Knowledge Graphs*. (Онлайн-версия) <https://kgbook.org/>.
3. Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, 2008. <https://nlp.stanford.edu/IR-book/>.
4. Jurafsky D., Martin J. H. *Speech and Language Processing* (3rd ed. draft). <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.

### б) Дополнительная литература

1. Vaswani A. et al. *Attention Is All You Need*. arXiv:1706.03762, 2017. <https://arxiv.org/abs/1706.03762>.
2. Devlin J. et al. *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. arXiv:1810.04805, 2018. <https://arxiv.org/abs/1810.04805>.

3. Scherp A. et al. *Semantic Web: Past, Present, and Future*. arXiv:2412.17159, 2024. <https://arxiv.org/abs/2412.17159>.
4. Документация Apache Jena: <https://jena.apache.org/documentation/>.
5. Документация RDFlib: <https://rdflib.readthedocs.io/>.
6. Документация Protégé: <https://protege.stanford.edu/>.
7. Документация spaCy: <https://spacy.io/>.
8. Документация Hugging Face Transformers: <https://huggingface.co/docs/transformers>.

## в) Периодическая литература

Рекомендуется использование публикаций из журналов и сборников конференций:

- *Semantic Web Journal* (Open Access): <https://www.semantic-web-journal.net/>
- *Journal of Web Semantics*
- Материалы конференций ISWC, ESWC, ACL, EMNLP, SEMANTiCS

## г) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- W3C Semantic Web standards: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>
- RDF Concepts and Abstract Syntax: <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>
- SPARQL 1.1 Query Language: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- OWL 2 Overview: <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>
- Wikidata Query Service: <https://query.wikidata.org/>
- DBpedia SPARQL endpoint: <https://dbpedia.org/sparql>
- arXiv: <https://arxiv.org/>

# VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Учебно-лабораторное оборудование

Для проведения занятий требуется аудитория, оснащенная мультимедийным проектором/экраном и компьютерная лаборатория с ПК, обеспечивающими доступ к сети Интернет и к электронно-образовательной среде. Дополнительно рекомендуется наличие:

- ПК/ноутбуков для выполнения практических заданий;
- доступа к публичным SPARQL endpoint (DBpedia/Wikidata) и/или локальному triple-store;
- средств демонстрации (презентации, примеры кода, фрагменты кейсов).

## 6.2. Программное обеспечение

Рекомендуемое программное обеспечение (open-source/условно-бесплатное):

- ОС: Windows/Linux/macOS;
- Python 3.9+ (рекомендуется), Java (для Jena/Protégé при необходимости);
- библиотеки Python: `rdflib`, `owlready2`, `spacy`, `transformers`, `networkx`, `pandas`, `numpy`;
- Jupyter Notebook/VS Code/PyCharm Community;
- Protégé (редактор онтологий);
- Apache Jena/Fuseki (опционально, для SPARQL endpoint);
- Docker (опционально, для воспроизводимых лабораторных окружений).

### 6.3. Технические и электронные средства

Используются мультимедийные презентации, демонстрационные примеры, публичные SPARQL сервисы, электронные образовательные ресурсы, репозитории с учебными материалами и примерами.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются современные образовательные технологии, включая (по необходимости) электронное обучение и дистанционные образовательные технологии:

- **Проблемное обучение:** постановка практических задач (интеграция данных, построение KG, поиск/QA) и самостоятельный поиск решений.
- **Проектные методы обучения:** выполнение мини-проектов и итогового проекта (онтология + KG + прототип приложения).
- **Исследовательские методы:** мини-исследования по выбранным темам (качество данных, entity linking, интеграция LLM).
- **Информационно-коммуникационные технологии:** использование публичных endpoint, библиотек, средств контроля версий и документации.
- **Лекционно-практический формат:** лекции + практикумы с разбором кейсов и реализацией прототипов.

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения (пример)**

| № | Тема                                                       | Вид занятия   | Форма/метод                        |
|---|------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| 1 | Построение онтологии и графа знаний для предметной области | практич./лаб. | проектная работа, работа в группах |
| 2 | Семантический поиск: сравнение keyword vs semantic search  | практич./лаб. | проблемное обучение, кейс          |

| № | Тема                                        | Вид занятия   | Форма/метод                               |
|---|---------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| 3 | QA-система поверх графа знаний и документов | практич./лаб. | исследовательский метод, прототипирование |
| 4 | Интеграция LLM с KG (RAG, генерация SPARQL) | практич./лаб. | интерактивное занятие, демонстрация       |

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные средства текущего контроля

**Формы текущего контроля:**

- мини-тесты/опросы по ключевым понятиям (RDF/OWL/SPARQL, KG, NLP, LLM);
- проверка практических заданий (SPARQL, разработка онтологии, извлечение сущностей);
- защита лабораторных работ/мини-проектов;
- проверка глоссария и информационного поиска (аннотированная библиография).

**Примеры оценочных средств (пример):**

1. Тест по RDF/OWL: определить корректность триплетов, выбрать типы классов/свойств.
2. Задача по SPARQL: составить запрос, выдающий список сущностей по заданным условиям.
3. Практическая работа по NER: извлечь сущности из текста и представить их как триплеты.
4. Мини-кейс: предложить архитектуру семантического поиска для набора документов.

### 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Структура экзамена (рекомендуемо):**

- Теоретическая часть (устно/письменно): вопросы по семантическому вебу, KG, OWL, SPARQL, NLP, LLM.
- Практическая часть: решение задачи (SPARQL/онтология/NLP-пайплайн/архитектура).
- Защита проекта (если выбран формат экзамена с проектом): демонстрация прототипа и ответы на вопросы.

**Критерии оценивания (рекомендуемо):**

- полнота и корректность теоретических ответов;
- корректность и качество практических решений (правильность запроса/модели, воспроизводимость);

- аргументация выбора технологий и архитектурных решений;
- учет качества данных, безопасности и этических аспектов;
- качество документации и презентации проекта.

## Разработчики

ассистент

(занимаемая должность)

(подпись)

Д.Н. Гаврилин

(инициалы, фа-  
милia)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры алгебраических и информационных систем

Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

В.И. Пантелеев

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.