



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.03 Проектирование информационных систем на основе  
семантических технологий**

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Семантические технологии и многоагентные системы
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

Дисциплина ориентирована на изучение методов, моделей и инструментов проектирования информационных систем на основе семантических технологий.

Содержание дисциплины включает в себя изучение: подхода к проектированию и разработке информационных систем на основе онтологий; методов и инструментов построения онтологий; методов наполнения данными графов знаний, способов их хранения и обращения к ним с использованием языков запросов; методов реализации бизнес-логики на основе графов знаний.

Лабораторный практикум ориентирован на освоение элементов методов проектирования и разработки информационных систем с использованием подходящего инструментария, начиная с построения онтологии предметной области и заканчивая ее использованием для решений бизнес-задач.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«SEMANTIC-BASED INFORMATION SYSTEM DESIGN»**

The discipline is about studying methods, models, and instruments for the design and development of semantic-based information systems.

The discipline includes studying ontology-based and ontology-driven information system design and development; methods of knowledge graph filling, storing, and querying; methods of business-logic implementation based on knowledge graphs.

Laboratory works are focused on the mastering of diverse elements of instrument-aided information system design and development starting from a domain ontology creation up to implementation of business logic using this ontology and appropriate knowledge graphs.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целями дисциплины являются получение знаний, формирование умений и навыков исследования и разработки архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей, включая знания и умения выбирать и применять комплексы методов и инструментальных средств инженерии знаний, знания и умения разрабатывать и проводить экспериментальные проверки работоспособности программных компонент полученной системы.
2. Задачами дисциплины являются получение знаний о моделях, методах и инструментах проектирования и разработки архитектуры информационной системы на основе семантических технологий с учетом передового опыта в данной области; приобретение способностей анализа практических проблем в области проектирования и разработки информационных систем; способностей сравнения и выбора альтернативных методов их решения; приобретение навыков построения и оценки отдельных компонент информационных систем на основе семантических технологий.
3. Знание методологических подходов и инструментов проектирования и разработки информационных систем на базе семантических технологий; особенностей, сильных и слабых сторон применяемых методологических подходов и инструментов проектирования и разработки; способов оценки полученного результата.
4. Умение применять методологические подходы и инструменты для проектирования и разработки информационных систем на базе семантических технологий; уметь обосновать выбор элементов методологических подходов и инструментов проектирования и разработки; уметь оценивать полученный результат.
5. В результате изучения дисциплины студент должен получить навык проек-

тирования и разработки информационных систем на базе семантических технологий; навык комбинирования методологических подходов и инструментов для проектирования и разработки информационных систем с учетом заданных ограничений и особенностей прикладной области; навык оценки полученного результата.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Распределенные базы данных»
2. «Интеллектуальные системы»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (преддипломная практика)»
2. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-9	Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
<i>ПК-9.1</i>	<i>Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей</i>
<i>ПК-9.2</i>	<i>Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</i>
ПК-10	Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования
<i>ПК-10.1</i>	<i>Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</i>
<i>ПК-10.2</i>	<i>Проводит экспериментальную проверку работоспособности систем искусственного интеллекта</i>
ПК-11	Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях
<i>ПК-11.1</i>	<i>Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)</i>
ПК-13	Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта
<i>ПК-13.1</i>	<i>Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта</i>
ПКО-3	Способен создавать и применять методы распределённого искусственного интеллекта для создания интеллектуальных сред и семантического веба.
<i>ПКО-3.2</i>	<i>Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для построения семантического веба (Web 3.0)</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	КО, ач	СР, ач
1	Введение: обзор курса, мотивация, референсная архитектура	2			4
2	Проектирование и разработка ИС на основе онтологий и управляемая онтологиями	2	6		20
3	Проектирование и разработка графов знаний: обзор технологий семантического Web	2	6		20
4	Проектирование и разработка графов знаний: методологии разработки	2	6		24
5	Наполнение графов знаний и интеграция с унаследованными системами	2	6		22
6	Хранение графов знаний и языки запросов	2	6		18
7	Реализация бизнес-логики: походы	2	2		12
8	Реализация бизнес-логики: граф знаний, потоки данных и управления	2	4		6
9	Заключение	2			
	Итого, ач	18	36	10	116
	Из них ач на контроль	0	0	0	36
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение: обзор курса, мотивация, референсная архитектура	Предмет дисциплины, ее объем, содержание и связь с другими дисциплинами учебного плана. Обзор литературы по курсу. Общие понятия и принципы проектирования. Классы проектируемых информационных систем, обзор известных подходов и технологий проектирования и разработки. Роль моделей, графы знаний, семантические технологии. Связь структуры курса с обобщенной методикой проектирования и упрощенной архитектурой информационной системы на основе семантики. Референсная архитектура.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Проектирование и разработка ИС на основе онтологий и управляемая онтологиями	Общие вопросы методологии архитектурного проектирования, направляющие вопросы. Использование моделей при проектировании и разработке, стандарты и их реализации. Технологии семантического Web как основа для формализации моделей и построения графов знаний, онтологии. Онтология как неотъемлемая часть информационной системы на протяжении всего жизненного цикла. Роль онтологий в построении потоков данных.
3	Проектирование и разработка графов знаний: обзор технологий семантического Web	Общие понятия из области представления знаний. Гиперграфы, графы свойств и графы на основе троек. Стандарты языков для построения графов знаний: RDF, RDFS, SKOS, OWL2. TBox -множество теорем как разделяемое понимание предметной области. Специальные вопросы: представление временных данных, знаний о знаниях, знаний о свойствах, знаний о происхождении данных.
4	Проектирование и разработка графов знаний: методологии разработки	Концепция раннего обнаружения ошибок и привлечение экспертов к их поиску. Методологии разработки и подходы разработки. Примеры графов знаний и инструментария для их разработки. Методика разработки онтологии от постановочных вопросов к регулярному обновлению онтологии на примерах.
5	Наполнение графов знаний и интеграция с унаследованными системами	Виртуализация и интеграция: задачи, подходы, инструменты. Вопросы поддержания качества данных и способы его обеспечения: удовлетворение ограничениям, заданных шаблонами; непротиворечивость и логический вывод.
6	Хранение графов знаний и языки запросов	Хранилища гиперграфов, графов свойств, триплетов, мультимодельные хранилища. Языки запросов.
7	Реализация бизнес-логики: подходы	Монолитные и микросервисные архитектуры. Роль декларативного программирования: интерпретация и компиляция на основе онтологий; программный доступ к онтологиям; фреймворки для программного доступа -перечисление, описание и сравнение. Базовые подходов к реализации бизнес логики: экспертные системы и потоки данных.
8	Реализация бизнес-логики: граф знаний, потоки данных и управления	Варианты реализации правил и базы знаний: нативные движки правил и интеграция с другими решениями, пример. Поток данных на основе графов запросов и форм. Генерация потоков данных по полному описанию процессов, их входов, выходов, свойств; на примере DMOP и data mining. Преимущества использования единого языка; проверка валидности цепочек вычисления.
9	Заключение	Перспективы развития информационных систем на основе семантических технологий. Проблемы российского рынка в части создания и использования систем рассматриваемого класса.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Проектирование и разработка онтологии по выбранной теме	6
2. Наполнение онтологии данными	6
3. Обогащение графов	8
4. Валидация и вывод над графами	8
5. Сохранение графов	8
Итого	36

## 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Формирование практико-ориентированных компетенций в области проектирования информационных систем, основанных на семантических технологиях..

Содержание работы (проекта): Содержанием курсовой работы (КР) является анализ, проектирование и разработка прототипа информационной системы (подсистемы, программного компонента) на основе семантических технологий. Варианты заданий предусматривают как проектирование систем на основе онтологий, так и проектирование, управляемое онтологиями. Курсовая работа выполняется в тесной взаимосвязи с темами лабораторного практикума и базируется на их результатах.

Исходные данные к курсовой работе:

1. Постановка задачи, включающая предметную область и функциональное назначение разрабатываемой системы (подсистемы);
2. Требования к составу, объему и форме представления разрабатываемых баз знаний (OWL-онтологии, графа знаний);
3. Рекомендации по выбору инструментов и платформ, используемых при выполнении КР.



4. Требования к объему и содержанию контрольных примеров для тестирования работы системы.

Основные этапы выполнения работы:

1. Выбор и/или проектирование онтологии (графа знаний) согласованного объема для заданной предметной области;
2. Выбор/проектирование архитектуры информационной системы (подсистемы) на основе семантических технологий;
3. Выбор и обоснование платформ и инструментов, используемых при создании ИС;
4. Интеграция и настройка программных компонентов, разработка программного кода в согласованном объеме.

Требования к структуре Отчета.

Отчет о КР оформляется в виде пояснительной записки (ПЗ), включающей следующие разделы:

1. Постановка задачи, включающая предметную область и функциональное назначение разрабатываемой системы (подсистемы);.
2. Описание выбранного/спроектированного информационного обеспечения системы (онтологии, графа знаний).
3. Анализ технологий (платформ, инструментов), используемых при выполнении КР
4. Описание архитектуры и алгоритмов работы разрабатываемой ИС (подсистемы).
5. Описание реализованного программного кода и оттестированных контрольных примеров.
6. Выводы о возможностях и перспективах практического использования результатов КР.
7. Список использованных источников.
8. Приложение, содержащее листинг программного кода.

Объем ПЗ должен составлять не менее 35 стр., без учета Приложения. Макси-

мальный объем ПЗ зависит от заданной темы и определяется по согласованию с преподавателем.

ПЗ для предварительной проверки загружается в виде электронного документа в среду moodle. На защиту представляется печатный вариант ПЗ (по согласованию с преподавателем возможно без Приложения).

Защиты КР проводятся на двух последних неделях семестра и на зачетной неделе по согласованному графику (с учетом численности группы). Защиты проводятся в форме собеседования с демонстрацией работы разработанного кода. Результат выполнения КР оценивается по пятибальной шкале..

Примерные темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Интеграция источников данных на основе онтологий	Ontology-Based Integration of Data Sources
2	Проектирование систем оценки обстановки управляемое онтологиями	Ontology-Driven Design of Situation Assessment System

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Основным источником для выполнения самостоятельно работы служат учебно-методические материалы по дисциплине и информационные ресурсы сети Интернет.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	23
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>128</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Белов, Владимир Викторович. Проектирование информационных систем [Текст] : учеб. по направлению "Прикладная информатика" и др. экон. специальностям / В. В. Белов, В. И. Чистякова, 2015. -351, [1] с.	10
Дополнительная литература		
1	Советов, Борис Яковлевич. Представление знаний в информационных системах [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. "Информационные системы и технологии" / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской, 2011. -141, [2] с.	30

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Официальный сайт Financial Industry Business Ontology (FIBO). <a href="https://spec.edmcouncil.org/fibo/">https://spec.edmcouncil.org/fibo/</a>
2	Официальный сайт проекта D3FEND Knowledge Graph. <a href="https://d3fend.mitre.org/">https://d3fend.mitre.org/</a>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Проектирование информационных систем на основе семантических технологий» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

#### Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
--------	-------------------	----------

Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

## Особенности допуска

Для допуска к экзамену студент должен: успешно пройти 2 тестирования по темам дисциплины, успешно выполнить и защитить практические работы на коллоквиуме, выполнить и защитить курсовую работу.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Описание референсной архитектуры
2	Язык запросов SPARQL: SELECT, CONSTRUCT, ASK, DESCRIBE запросы, федеративные запросы
3	Использование SHACL для валидации графов
4	Использование Dgoals в качестве движка правил в составе информационной системы
5	Java API. Программный доступ к модели. Выполнение запросов
6	Виртуализация данных на примере Ontop. Описание соответствий на RML
7	Использование Prolog в качестве движка правил в составе информационной системы

## 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение: обзор курса, мотивация, референсная архитектура Проектирование и разработка ИС на основе онтологий и управляемая онтологиями Проектирование и разработка графов знаний: обзор технологий семантического Web Проектирование и разработка графов знаний: методологии разработки	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		Тест
9	Наполнение графов знаний и интеграция с унаследованными системами Хранение графов знаний и языки запросов Реализация бизнес-логики: походы	
10		
11		
12		
13		
14		
15		Тест

16	Реализация бизнес-логики: граф знаний, потоки данных и управления	Коллоквиум
17	Заключение	Защита КР / КП

#### 6.4 Методика текущего контроля

**На лекционных занятиях:** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий).

##### **На практических занятиях:**

Обучающийся должен выполнить **5 практических работ** в соответствии с перечнем практических занятий (п. 4.3) и защитить их на коллоквиуме. Работа считается выполненной, если студент получил оценку "зачтено" при защите.

Критерии оценивания: «не зачтено» - ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и в использовании терминологии;

«зачтено» ставится, если продемонстрировано усвоение основного содержания материала, работа выполнена полностью, даны правильные ответы на вопросы преподавателя на защите.

Обучающийся проходит 2 тестирование по темам дисциплины (п. 6.3). В каждом тесте по 20 вопросов. Критерии оценивания: тест считается пройденным - оценка "зачтено", если количество правильных ответов более 50 %, если правильных ответов менее 50 %, то оценка "не зачтено".

**Контроль самостоятельной работы студент:** включает контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

**Курсовая работа:** обучающийся выполняет курсовую работу, сдает на проверку преподавателю, при наличие ошибок исправляет, при отсутствие - по-

лучает допуск к защите. Курсовая работа оценивается за выполнение и защиту по критериям оценивания экзамена. Описание информационных технологий и материально-технической базы

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, компьютеры или ноутбуки, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	Ubuntu 20.04 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше



## **7 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.