

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г.Баханович

Регистрационный № _____

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ЗНАНИЙ

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

6-05-0611-03 Искусственный интеллект

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А.Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного Управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н.Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В.Голенков, профессор кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор;

Д.В.Шункевич, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

М.В.Ковалев, старший преподаватель кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистр технических наук;

М.Е.Садовский, старший преподаватель кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистр технических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 14.09.2023);

В.И. Романов, ведущий научный сотрудник Государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 29 от 12.06.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 20.10.2023);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 2 от 16.10.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Проектирование баз знаний» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0611-03 Искусственный интеллект в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Проектирование баз знаний» является одной из числа общепрофессиональных и специальных дисциплин в подготовке студентов в области искусственного интеллекта. Назначение учебной дисциплины «Проектирование баз знаний» – изучение современных подходов к проектированию баз данных и баз знаний, приобретение навыков формализации и структуризации знаний в интеллектуальных системах, навыков работы с современными средствами проектирования баз знаний и работы с ними.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Проектирование баз знаний» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания учебной дисциплины: усвоение принципов разработки, сопровождения и применения современных баз данных и баз знаний, соответствующих методологий, а также языковых и инструментальных средств.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний о базовых архитектурах систем управления базами данных (СУБД), включая NoSQL СУБД, и систем, основанных на знаниях, о базовых моделях и методах представления данных и метаданных, а также средствах их переработки;

приобретение навыков применения основных стратегий и методов формализации различных проблемных областей с использованием технологий баз данных и знаний;

изучение современных языковых и методологических стандартов в области проектирования баз данных и баз знаний;

освоение принципов разработки, сопровождения и применения баз данных и знаний в современных инструментальных средах.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Проектирование баз знаний» являются «Общая теория интеллектуальных систем», «Математические основы

интеллектуальных систем». В свою очередь учебная дисциплина «Проектирование баз знаний» является базой для учебной дисциплины «Технологии и инструментальные средства проектирования интеллектуальных систем» (компонент учреждения высшего образования).

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Проектирование баз знаний» формируются следующие компетенции:

универсальные:

владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

обладать навыками саморазвития и самосовершенствования в профессиональной деятельности;

проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовая профессиональная: строить базы знаний интеллектуальных систем и программные модели информационных систем, языки, методики и инструментальные средства разработки баз знаний.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

концепции обработки и хранения данных;

алгоритмы сортировки и поиска данных;

понятие базы данных и понятие системы управления базами данных;

понятие целостности базы данных;

понятие транзакции, назначение и способы реализации;

понятие знания и этапы инженерии знаний;

модели представления и обработки знаний;

уметь:

проектировать базы данных и системы управления базами данных;

использовать средства графического построения различных моделей данных;

проводить оценку качества построенной модели данных и повышать качество с использованием правил нормализации отношений;

создавать приложения с использованием языков запроса к базам данных;

использовать средства инженерии знаний;

проводить оценку качества построенной базы знаний;

проектировать системы, основанные на знаниях;

владеть:

методами проектирования базы данных и системы управления базами данных;

навыкам работы с различными промышленными системами управления базами данных для решения прикладных задач.

Примерная учебная программа рассчитана на 288 учебных часов, из них – 118 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 56 часов, лабораторные занятия – 62 часа.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Раздел 1. Теория баз данных	68	36	32
Тема 1. Основные понятия	2	2	-
Тема 2. Понятие базы данных	2	2	-
Тема 3. Понятие системы управления базами данных	2	2	-
Тема 4. Сетевая модель данных	2	2	-
Тема 5. Иерархическая модель данных	2	2	-
Тема 6. Моделирование данных и концептуальное моделирование	2	2	-
Тема 7. Реляционная алгебра	2	2	-
Тема 8. Реляционное исчисление	2	2	-
Тема 9. Реляционная модель данных	10	2	8
Тема 10. Целостность реляционных данных	2	2	-
Тема 11. Язык SQL как средство обращения данных в реляционной базе данных	2	2	-
Тема 12. Объектно-ориентированные и объектно-реляционные СУБД	2	2	-
Тема 13. Нормализация	2	2	-
Тема 14. Этапы планирования и проектирования баз данных	18	2	16
Тема 15. Защита данных в базах данных	2	2	-
Тема 16. Понятие транзакции	2	2	-
Тема 17. Средства журнализации и восстановления баз данных	2	2	-
Тема 18. NoSQL базы данных	10	2	8
Раздел 2. Основы теории баз знаний	50	20	30
Тема 19. Инженерия знаний	2	2	-
Тема 20. Данные и знания. Представление знаний	2	2	-
Тема 21. Источники и способы получения знаний	2	2	-

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 22. Структуризация баз знаний	10	2	8
Тема 23. Онтологии	10	2	8
Тема 24. Применение онтологий	2	2	-
Тема 25. Управление знаниями	2	2	-
Тема 26. Семантический Веб. Языки представления онтологий	2	2	-
Тема 27. Средства хранения и обработки онтологий	16	2	14
Тема 28. Разработка семантических моделей баз знаний	2	2	-
Итого:	118	56	62

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ТЕОРИЯ БАЗ ДАННЫХ

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Основные понятия теории баз данных. Модели данных, их типология. Системы управления базами данных.

Тема 2. ПОНЯТИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Схемы и состояния баз данных. Компоненты баз данных, требования, предъявляемые к базам данных. Языки баз данных: язык определения данных, язык манипулирования данными.

Тема 3. ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Трехуровневая архитектура ANSI-SPAR. Функции типовой СУБД. Программные компоненты СУБД. Архитектура многопользовательской СУБД. Системные каталоги. Распределение обязанностей в системах с базами данных. Администрирование базы данных.

Тема 4. СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Структурные компоненты модели. Связь сетевой модели с концептуальной моделью данных. Преобразование сущностей и отношений концептуальной модели данных в сетевую модель данных. Примеры реализации сетевой модели данных в конкретных СУБД.

Тема 5. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Структурные компоненты модели. Связь иерархической модели с концептуальной моделью данных. Преобразование сущностей и отношений концептуальной модели данных в иерархическую модель данных. Примеры реализации иерархической модели данных в конкретных СУБД.

Тема 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ И КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Модель «Сущность-связь» (Entity-Relationship-модель или ER-модель). Типы сущностей, атрибутов. Ключи. Связи. Атрибуты связей. Степень связи. Суперклассы и подклассы, наследование атрибутов, специализация, генерализация, категоризация.

Тема 7. РЕЛЯЦИОННАЯ АЛГЕБРА

Носитель и операции реляционной алгебры. Замкнутость реляционной алгебры. Отношения, совместимые по типу. Запросы, невыразимые средствами реляционной алгебры: плохая нормализация, транзитивное замыкание, кросс-таблицы.

Тема 8. РЕЛЯЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Реляционная полнота. Реляционное исчисление кортежей. Реляционное исчисление доменов. Категории реляционных языков манипулирования данными (Data Manipulation Language – DML).

Тема 9. РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Отношение, атрибут, кортеж, домен. Свойства реляционных таблиц. Сравнение с математическим понятием отношения. Связь концептуальной модели данных с реляционной моделью. Преобразование сущностей и отношений концептуальной модели данных в реляционную модель данных. Примеры реализации реляционной модели данных в конкретных СУБД. Основные правила E. Кодда.

Тема 10. ЦЕЛОСТНОСТЬ РЕЛЯЦИОННЫХ ДАННЫХ

Целостность сущностей и целостность ссылок. Потенциальные, первичные и внешние ключи. Null-значения. Операции, нарушающие целостность связей. Стратегии поддержания ссылочной целостности.

Тема 11. ЯЗЫК SQL КАК СРЕДСТВО ОБРАЩЕНИЯ ДАННЫХ В РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

Синтаксис и операции языка SQL. Таблицы. Представления. Индексы. CHECK-ограничения. Процедуры, триггеры. Ограничения доступа. Блокировки. Утилиты репликации данных.

Тема 12. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ И ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННЫЕ СУБД

Общие положения объектной модели данных. Основные стратегии развития объектно-ориентированных СУБД. Различия между двухуровневой моделью хранения, применяемой в обычных СУБД, и одноуровневой моделью, используемой в объектно-ориентированных СУБД. Преимущества и недостатки объектно-ориентированных СУБД. Основы проектирования объектно-ориентированных баз данных.

Тема 13. НОРМАЛИЗАЦИЯ

1-ая, 2-ая, 3-я и 4-ая нормальные формы отношений. Алгоритм нормализации. Проверка корректности процедуры нормализации. Теорема Хеза. Нормализация более высоких порядков.

Тема 14. ЭТАПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ

Анализ деятельности предприятия и планирование построения базы данных. Концептуальное проектирование. Логическое проектирование. Физическое проектирование. Критерии оценки качества построенной модели базы данных.

Тема 15. ЗАЩИТА ДАННЫХ В БАЗАХ ДАННЫХ

Потенциальные угрозы в базах данных. Авторизация и аутентификация пользователей. Резервное копирование и восстановление данных. Уровни RAID.

Тема 16. ПОНЯТИЕ ТРАНЗАКЦИИ

Проблемы параллельной работы транзакций. Конфликты между транзакциями. Способы разрешения конфликтов. Назначение блокировок. Проблемы, связанные с установкой блокировок. Преднамеренные блокировки. Метод временных меток, его достоинства и недостатки.

Тема 17. СРЕДСТВА ЖУРНАЛИЗАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ

Средства управления транзакциями в СУБД. Принципы восстановления данных. Виды сбоев. Журналирование изменений базы данных. Буферизация блоков базы данных. Протокол WAL.

Тема 18. NoSQL БАЗЫ ДАННЫХ

Понятие NoSQL базы данных, классификация NoSQL баз данных. Набор свойств BASE, принципы его реализации. Теорема CAP. Графовые СУБД, достоинства и недостатки. Языки манипулирования данными в NoSQL СУБД.

Раздел 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ БАЗ ЗНАНИЙ

Тема 19. ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ

Принципы инженерии знаний. Получение знаний, структурирование знаний, представление знаний. Технологии инженерии знаний.

Тема 20. ДАННЫЕ И ЗНАНИЯ. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

Уточнение понятия информации, данных, знаний. Экстенционал и интенционал понятия. Классификация знаний. Типология моделей представления знаний. Языки представления знаний. Семиотика. Понятие знака, отношения на знаках. Дескриптивная логика, ее разновидности.

Тема 21. ИСТОЧНИКИ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

Жизненный цикл знаний. Поле знаний. Извлечение знаний. Приобретение знаний. Формирование знаний. Стратегии получения знаний. Системы приобретений знаний. Методы извлечения знаний.

Тема 22. СТРУКТУРИЗАЦИЯ БАЗ ЗНАНИЙ

Понятие предметной области. Концептуальный анализ. Иерархические методы структурирования знаний. Визуальные модели и их классификация. Интеллект-карты. Деревья решений. Языки описания бизнес-процессов. Диаграммы Ганта. Стратегии структурирования.

Тема 23. ОНТОЛОГИИ

Понятие онтологии. Формальная модель онтологии. Классификация онтологий. Онтологии верхнего уровня. Прикладная онтология. Онтология представления. Представление онтологий. Методы разработки онтологий. Методологии разработки онтологий. Отображение онтологий. Анализ онтологий. Отображение онтологий.

Тема 24. ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ

Направления применения онтологий. Семантический поиск. Указатели и каталоги. Интеграция информации на основе онтологий. Семантический анализ. Извлечение информации. Систематизация знаний. Системы, основанные на знаниях.

Тема 25. УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ

Знания организации. Этапы управления знаниями. Система управления знаниями: решаемые задачи, требования, классификация. Средства поиска знаний в организации. Порталы знаний. Семантические порталы.

Тема 26. СЕМАНТИЧЕСКИЙ ВЕБ. ЯЗЫКИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ

Основные положения Semantic Web. Принципы идентификации сущностей (ресурсов). Ранние языки представления онтологий. Язык RDF (Resource Description Framework). Форматы записи текстов RDF. Представление различных видов знаний в RDF. RDF Schema. Примеры широко используемых RDF-словарей. Реификация. Язык OWL (Web Ontology Language). Подязыки и версии OWL. Языки описания логических высказываний.

Тема 27. СРЕДСТВА ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ОНТОЛОГИЙ

RDF-хранилища. Языки запросов (SPARQL, Gremlin, GraphQL). Вывод на онтологиях, ризонеры. Направления развития средств хранения и обработки онтологий.

Тема 28. РАЗРАБОТКА СЕМАНТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЗ ЗНАНИЙ

Этапы разработки семантических моделей разработки баз знаний. Формирование иерархии предметных областей. Терминологическая онтология. Теоретико-множественная онтология. Логическая онтология. Средства коллективной разработки баз знаний. Средства верификации семантических моделей баз знаний.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Гарсиа-Молина, Г. Системы баз данных. Полный курс / Г. Гарсиа-Молина, Д. Уидом, Д. Ульман. – Санкт-Петербург : Вльямс, 2003. – 1088 с.
2. Дейт, К. Д. Введение в системы баз данных / К. Д. Дейт. – 7-е изд. – Санкт-Петербург : Вльямс, 2006. – 1072 с.
3. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – 2-е изд. : пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2006. – 1408 с.
4. Робинсон, Я. Графовые базы данных : новые возможности для работы со связанными данными / Я. Робинсон, Д. Вебер, Э. Эйфрем. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 256 с.
5. Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний : модели и методы : учебник / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 324 с.
6. Лапшин, В. А. Онтологии в компьютерных системах / В. А. Лапшин. – Москва : Научный мир, 2010. – 224 с.
7. Голицына, О. Л. Базы данных : учебное пособие / О. Л. Голицына, Н. В. Максимов, И. И. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2016. – 400 с.
8. Кузнецов, С. Д. Базы данных. Модели и языки : учебник / С. Д. Кузнецов. – Москва : Бином, 2008. – 720 с.
9. Советов, Б. Я. Базы данных : теория и практика : учебник / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – Москва : Высшая школа, 2007. – 463 с.
10. Марков, А. С. Базы данных : введение в теорию и методологию : учебник / А. С. Марков, К. Ю. Лисовский. – Москва : Финансы и статистика, 2006. – 317 с.
11. Малыхина, М. П. Базы данных : основы, проектирование, использование : учебное пособие / М. П. Малыхина. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
12. Диго, С. М. Базы данных : проектирование и использование : учебник / С. М. Диго. – Москва : Финансы и статистика, 2005. – 592 с.
13. Коннолли, Т. Базы данных : проектирование, реализация, сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – Москва : Вильямс, 2003. – 1440 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

14. MySQL Reference Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mysql.com/>. – Дата доступа: 07.06.2023
15. Харрингтон, Д. Проектирование объектно-ориентированных баз данных / Д. Харрингтон. – Москва : ДМК, 2001. – 272 с.

16. Стандарт URI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc3986>. – Дата доступа: 07.06.2023.

17. Спецификация RDF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.w3.org/RDF/>. – Дата доступа: 07.06.2023.

18. Руководство по формату N3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/247484786_Semantic_Web_Tutorial_Using_N3. – Дата доступа: 07.06.2023.

19. Спецификация SWRL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>. – Дата доступа: 07.06.2023.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

подготовка к лекциям и лабораторным занятиям;

работа с учебно-методическими пособиями;

чтение рекомендуемой литературы;

выполнение лабораторных работ;

самостоятельное изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Примерным учебным планом специальности 6-05-0611-03 Искусственный интеллект в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Проектирование баз знаний» рекомендуется зачет и экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по системе «зачтено/не зачтено» и десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

устный опрос;

защита лабораторных работ.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

1. Теоретико-информационные:

устное логически-целостное изложение учебного материала (лекции);
объяснение;

консультирование.

2. Практико-операционные:

упражнения;

решение задач;
лабораторные занятия.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Цель курсового проекта: разработка решателей задач.

Задачи курсового проекта:

получение навыков разработки агентов обработки знаний и агентно-ориентированных решателей задач;

изучение принципов взаимодействия агентов обработки знаний, этапов проектирования решателей задач, языков спецификации агентов обработки знаний и языков программирования для обработки знаний.

Примерный объём задания заключается в реализации коллектива агентов обработки знаний, ориентированных на решение задач определенных классов в выбранной предметной области, а также необходимых для решения задач указанных классов фрагментов баз знаний. Для каждого из агентов разрабатывается его спецификация и программа на выбранном языке программирования для обработки знаний.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Разработка решателя задач по геометрии.
2. Разработка решателя задач по механике.
3. Разработка решателя задач по химии.
4. Разработка решателя задач по алгебре.
5. Разработка решателя задач по теории множеств.
6. Разработка решателя задач по теории графов.
7. Разработка решателя задач по электродинамике.
8. Разработка решателя задач по оптике.
9. Разработка решателя задач по биологии.
10. Разработка решателя задач по кулинарии.
11. Разработка решателя задач по лингвистике.
12. Разработка решателя задач по логике.
13. Разработка решателя задач по языкам программирования.
14. Разработка решателя задач по базам данных.
15. Разработка решателя задач по медицине.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Реляционные базы данных.
2. Приложения для работы с базами данных.
3. Графовые СУБД.
4. Средства визуализации знаний.
5. Разработка и выравнивание онтологий.
6. Приложение для работы с онтологиями.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ
(необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Программный пакет MS Office или аналогичный.
2. Реляционная СУБД MySQL или аналогичная.
3. Графовая СУБД Neo4j или аналогичная.
4. Среда проектирования программ.
5. Средство разработки онтологий Protege или аналогичное.
6. Средство разработки графических диаграмм MS Visio или аналогичное.
7. Средство хранения RDF-графов.