**Программа учебной дисциплины «Теория баз данных»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор  | К.т.н., доц. Незнанов Алексей Андреевич |
| Число кредитов  | 5 |
| Контактная работа (час.)  | 60 |
| Самостоятельная работа (час.)  | 130 |
| Курс  | 3-4 |
| Формат изучения дисциплины | Без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Настоящая программа учебной дисциплины «Теория баз данных» устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности. Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Теория баз данных», учебных ассистентов и студентов направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», обучающихся по образовательной программе «Прикладная математика и информатика». Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

* образовательным стандартом ФГАОУ ВО НИУ ВШЭ по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика ([http://www.hse.ru/data/2017/09/04/1321436546/2.03.02%20Прикладная%20математика%20и%20информатика.pdf](http://www.hse.ru/data/2017/09/04/1321436546/2.03.02%20%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf));
* образовательной программой 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
* объединенным учебным планом университета по образовательной программе «Прикладная математика и информатика», утверждённым в 2018 г.

Один из основных методологических принципов развития информационных технологий – абстракция (а точнее, абстракция данных в отличии от абстракции процессов) – естественным образом привёл исследователей и технологов к выделению предметной области под названием «базы данных» (БД). Она включает в себя теории, методы и технологии:

1. формализации концептуальных, логических и физических моделей данных;
2. разработки универсальных языков манипулирования данными;
3. построения систем управления базами данных (СУБД);
4. оптимального доступа к данным с использованием СУБД.

Изучение теории баз данных является необходимым этапом перед погружением в представление знаний, методы искусственного интеллекта и построение интеллектуальных систем. В дисциплине можно выделить следующие пять основных разделов.

1. Информация и данные. Абстракция данных и модели данных. Причины и цели создания БД и СУБД. Основные характеристики БД и СУБД. Проблемы, возникающие при описании данных и манипулировании ими.
2. Формализация данных предметной области и инфологические модели данных. Модель «сущность-связь».
3. Даталогические модели данных. Реляционная модель данных. Реляционная алгебра и реляционное исчисление. Реляционные базы данных и язык *SQL*. За пределами реляционной модели: *NoSQL*.
4. Проектирование баз данных, то есть создание и оптимизация схемы данных с использованием различных *СУБД*.
5. Доступ к данным в современных информационных системах. Интерфейсы и протоколы. Архитектуры информационных систем, использующих СУБД, включая многозвенные и распределённые.

Дисциплина должна сформировать представление о проблемах обработки данных в информационных системах (ИС), об используемых на современном этапе развития моделях данных и способах их обработки на разных уровнях абстракции. В результате изучения дисциплины «Теория баз данных» студенты должны:

1. знать основные модели данных и знаний (в том числе инфологическую модель «сущность-связь», даталогическую реляционную модель, продукционные модели представления знаний), язык управления реляционными данными *SQL*;
2. понимать основные принципы абстракции данных и знаний, способы реализации СУБД, методы оценки качества проектных решений при создании БД, принципы работы со знаниями и экспертными системами;
3. уметь строить инфологические и даталогические модели данных, аргументировано выбирать СУБД, создавать реляционные БД, применять язык SQL для управления реляционными данными, конструировать компоненты доступа к данным на основе современных парадигм программирования.

# Содержание УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Тема 1. Абстракция данных и введение в управление данными*

Информация и данные, абстракция данных. Понятие базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД). Знания и их отличия от данных. Банки данных и знаний. Роль и место СУБД в современных информационных системах. Причины и цели создания БД и СУБД. Основные характеристики БД и СУБД. Проблемы, возникающие при описании систем данных и манипулировании ими. Пути развития БД и СУБД. Обзор целей и задач дисциплины.

Общие принципы манипулирования данными. Задачи обработки данных. Модели данных и их классификация. Методы абстракции данных, средства структуризации, манипулирования и обеспечения целостности. Основные понятия реляционной, иерархической, сетевой и объектной модели данных. Обобщённая архитектура, состав и функции СУБД. Принцип централизованного управления данными.

Концептуальный, логический и физический уровни представления данных и архитектуры СУБД. Классификация СУБД. Архитектуры современных СУБД. Открытые системы и СУБД, уровни OSI, переносимость, интероперабельность, расширяемость, масштабируемость, интернационализация.

*Тема 2. Инфологическое моделирование и модель «сущность-связь»*

Этапы проектирования БД. Анализ предметной области и концептуальное проектирование БД. Средства и методы анализа и моделирования предметной области. Статические и динамические модели, основные нотации.

Модель «сущность-связь» Чена (*ER*-модель) как статическая модель данных. Основные элементы *ER*-модели: Сущность, свойство, ключ, связь, тип и подтип. *ER*-диаграммы. Расширения *ER*-модели. Различные способы отображения множественности и модальности связей.

Правила выделения сущностей, оценка необходимого уровня абстракции, операции над *ER*-моделями. Необходимость использования формальных моделей данных на следующих этапах проектирования.

*Тема 3. Даталогическое проектирование и реляционная модель данных*

Теоретические основы реляционной модели данных (РМД). Формализация РМД в виде алгебры и исчисления отношений на кортежах, «эквивалентность» формализаций. Базовые понятия: домен, атрибут, кортеж, отношение, ключ и др. Правила Кодда. Основные операции над отношениями, примеры.

Функциональные зависимости, однозначные и многозначные зависимости, свойства зависимостей и аксиомы Армстронга, теорема Фейгина, примеры различных зависимостей.

Нормализация отношений и нормальные формы (НФ). Однозначные функциональные зависимости и 1НФ-3НФ. БКНФ. Многозначные функциональные зависимости и 4НФ-5НФ. Ограничения доменов и ключей, доменно-ключевая нормальная форма. Нормализация на практике.

Языки манипулирования данными на основе РМД. Предлагаемые расширения РМД.

Версионирование РМД, темпоральные (временные) данные и их реляционное представление.

*Тема 4. Язык манипулирования данными SQL*

Язык манипулирования данными *SQL* (Structured Query Language), краткая история развития, стандартизация, диалекты и проблемы совместимости. Варианты использования *SQL* (интерактивный, встроенный, динамический *SQL* и др.). Смысл разделения на язык определения данных (*DDL*), управления данными (DML), запроса данных (*DQL*), управления курсорами (*CCL*), управления транзакциями (*TPL*), управления доступом (*DCL*). Синтаксис и семантика основных конструкций. Реляционная полнота *SQL*. Полнота *SQL* по Тьюрингу

Типы данных языка *SQL*, особенности различных реализаций. Трёхзначная логика, значение NULL. Четыре главных оператора *DDL* и *DML*: SELECT, INSERT, UPDATE и DELETE. Построение сложных запросов на выборку. Язык *QBE* (*Query-By-Example*).

Методы и средства защиты данных и обеспечения целостности данных, понятие транзакций. Ссылочная целостность и ограничения. Каскадное обновление и удаление.

Понятие *SQL*-сервера. *SQL*-сервер как открытая система. Хранимые процедуры и триггеры. Представления (*Views*) и их использование. Транзакции в *SQL*.

Управление пользователями в языке *SQL* и *SQL*-серверах.

Оптимизация *SQL*-запросов и оптимизация работы *SQL*-сервера в целом.

*Тема 5. Проектирование и тестирование реляционной базы данных, обеспечение целостности данных*

Проектирование структуры реляционной БД и схемы данных. Формализация бизнес-правил и логическое проектирование БД. Выбор СУБД и физическое проектирование БД. Жизненный цикл БД.

Применение методов проектирования БД с использованием реляционной модели, ER-модели и объектно-ориентированного подхода. Ещё раз о преобразовании ER-модели в реляционную и нормализации.

Понятие отказоустойчивости и корректности работы БД. Целостность, полнота и непротиворечивость. Роль транзакций. Принципы *ACID* и *CRUD*. Уровни блокировок. Распределённые транзакции.

Журналирование и контрольные точки. Восстановление после ошибок. Защищённые хранилища и резервное копирование.

Программные средства поддержки жизненного цикла БД, использование языка UML, рефакторинг и оптимизация БД. Прямое и обратное проектирование.

Тестирование БД и СУБД, виды и способы тестирования. Данные, используемые при тестировании. Генерация синтетических тестовых данных. Открытые данные.

*Тема 6. Данные в нереляционной форме и знания. Современные технологии доступа к данным.*

Интерфейсы доступа к СУБД. Режимы работы с СУБД. Масштабирование БД. Протоколы и интерфейсы доступа к данным различных типов: история развития и современное состояние.

Распределённые системы и сеть Интернет. Web-протоколы. Современные платформы и решения. Информационные хранилища и центры обработки данных. Примеры правильного и ошибочного использования. Виртуализация и консолидация данных и средств их обработки.

Примеры архитектур информационных систем. Многоуровневые (многозвенные) архитектуры.

Нереляционная формализация моделей данных. Термин *NoSQL*. Преимущества и недостатки. Объектно-ориентированный подход к построению БД и СУБД. Обсуждение *CAP*-теоремы.

Искусственный интеллект и экспертные системы. Способы представления знаний. Эксперты как носители знаний, способы формализации экспертных знаний. Процедурные и декларативные знания. Продукционные системы, фреймы и семантические сети.

Общая архитектура экспертных систем и логический вывод. Факты и правила вывода. Языки представления знаний и форматы обмена знаниями. Введение в онтологическое моделирование. Стандарты в области управления знаниями, *RDF* и *OWL*, язык запросов *SPARQL*.

Конвергенция технологий доступа к данным. Взгляд в будущее.

# ОЦЕНИВАНИЕ

Дисциплина предполагает следующие формы контроля.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип контроля** | **Форма контроля** | **Параметры** |
|
| Текущий контроль(1 и 2 модуль) | Контрольная работа | Письменная работа, 80 минут |
| Самостоятельная аудиторная работа | Письменная работа, 10-15 минут,Устная работа на практических занятиях |
| Домашнее задание 1-4 | Коллективный проект (четыре оцениваемых этапа) с итоговой защитой отчёта и показом программного средства |
| Итоговый контрольво 2 модуле | Экзамен | Устный экзамен |

На текущем и итоговом контроле студент должен продемонстрировать владение основными понятиями и навыками по пройденным темам. Текущий контроль включает самостоятельные аудиторные работы по текущим темам дисциплины; письменную контрольную, проводимую во втором модуле и состоящую из набора задач по пройденному материалу; а также домашние практические задания на изучение моделирования данных, построения БД и правильной организации доступа к данным.

Аудиторная работа связана с генерацией, оценкой и обсуждением проектных решений в области построения и конструирования БД.

Писбменная контрольная работа посвящена в основном проектированию реляционной модели и языку *SQL*.

Домашние работы являются составной частью коллективного проекта. Отдельно оцениваются четыре этапа выполнения проекта, итоговый отчёт по проекту защищается. Коллективный проект содержит четыре компонента (стадии):

1. выбор предметной области и создание инфологической модели (диаграммы «сущность-связь», не менее 5 сущностей, не менее 5 связей);
2. перевод модели «сущность-связь» в реляционную даталогическую модель;
3. выбор СУБД и построение соответствующей БД, тестирование ограничений целостности на минимальном объёме синтетических данных;
4. создание клиентского приложения с транзакционным доступом к данным, наполнение БД данными с использованием клиентского приложения, тестирование запросов к БД и создание итогового отчёта.

Д/з сдаются не позднее установленных преподавателем сроков (зависят от графика учебного процесса и объявляются при выдаче заданий). Д/з защищается путём демонстрации программного средства, проверки отчёта и ответов на вопросы преподавателя по отчёту для уточнения авторского вклада. На пересдаче неудовлетворительной оценки за этап д/з студенту предоставляется возможность получить не более 3 дополнительных баллов для компенсации оценки за текущий контроль. Дата пересдачи определяются преподавателем (зависят от графика учебного процесса и объявляются после проверки отчётов по д/з). Пересдача д/з допускается только один раз. Защита коллективного проекта может скорректировать общую оценку д/з, но не более, чем на 2 балла.

Итоговый контроль проводится в форме устного экзамена, включающего несколько вопросов и задач по темам дисциплины: каждый вопрос/задача оценивается в баллах, общая оценка определяется как доля набранных баллов по отношению к максимально возможному числу баллов.

Дисциплина предполагает следующую структуру итоговой оценки:

*Отекущий* = 0,15*·Од/з1 +* 0,15*·Од/з2 +* 0,2*·Од/з3 +* 0,2*·Од/з4 + 0,2·Ок/р+ 0,1·Оаудиторная*

*Одисциплина = 0,3·Оэкзамен + 0,7·Отекущий*

Оценки по всем формам текущего и завершающего контроля выставляются по десятибалльной шкале.

Первая и вторая пересдачи проводятся в форме, максимально приближенной к устному экзамену по дисциплине.

# ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Возможные предметные области для домашних заданий:

1. библиотека, кинотека и т.п.;
2. домашнее коллекционирование (книг, дисков и т.п.);
3. справочник на любую тему (от бабочек до транзисторов) с поддержкой сложного поиска;
4. управление продажами (любой магазин, в том числе электронный);
5. университет (учебный процесс);
6. управление взаимоотношениями с клиентами;
7. управление персоналом (отдел кадров);
8. ресторан (работа с залами, меню и заказами);
9. кинотеатр (работа с залами, фильмами, сеансами и билетами);
10. управление запасами (склад);
11. биржа (валютная, товарная и т.п.);
12. система обеспечения безопасности (контроля доступа к ресурсам);
13. управление производством;
14. управление поставками;
15. управление перевозками (автопарк, таксопарк, служба доставки и др.);
16. система организации движения (дороги, светофоры и т.п.);
17. система сетевой диагностики (компьютеров и каналов связи в сети);
18. поддержка разработки программного обеспечения (управление требованиями, ошибками и другими артефактами);
19. геоинформационная система любого вида (карты с объектами на них);
20. рекомендательная Интернет-служба;
21. оригинальный вариант студента.

Примеры задач, предлпагаемых на контрольной работе.

1. Укажите ошибки, допущенные на указанной *ER*-диаграмме, считая, что используется классическая нотация Чена.
2. Постройте одну из возможных *ER*-диаграмм по *SQL*-скрипту создания БД.
3. Найдите зависимости и проведите нормализацию указанного набора отношений.
4. Приведите оператор SELECT, который на основе указанных таблиц строит список студентов (фамилия, имя, группа), отсортированный по фамилии и имени, куда входят только те студенты, которые посещают факультативы «Доп. главы линейной алгебры» и «Доп. главы дискретной математики».
5. Приведите оператор SELECT, который на основе указанных таблиц возвращает число студентов, не записанных ни на один курс, читаемый кафедрой «Высшей математики».
6. Какие ещё строки будут удалены из указанных таблиц при удалении первой строки таблицы «Студенты», если ссылочная целостность задана указанным набором SQL-операторов.
7. Какого ограничения целостности не хватает в представленной схеме данных? Приведите его запись на языке *SQL*.

Следующие темы составляют основное содержание теоретической части экзамена.

1. Абстракция данных и её роль. Типы данных, форматы, внешние данные, файловые системы и базы данных (БД).
2. Базы и банки данных, их пользователи. Системы управления базами данных.
3. Интерфейсы доступа к данным, языки манипулирования данными.
4. Проектирование доступа к данным. Инфологические и даталогические модели.
5. Правила анализа предметной области для построения модели данных.
6. *ER*-диаграмма как инфологическая модель данных.
7. Показатели качества *ER*-диаграммы. Задание множественности и модальности связей.
8. Основные принципы построения реляционной модели данных. Домены, атрибуты, кортежи, отношения, ключи.
9. Правила Кодда и их значение.
10. Основы реляционной алгебры и реляционного счисления.
11. Функциональные зависимости атрибутов и аксиомы Армстронга.
12. Нормальные формы и алгоритм нормализации.
13. Преобразование *ER*-диаграммы в реляционную модель.
14. Ограничения целостности в реляционной модели.
15. Язык *SQL*. Принципы построения, основные разделы, типы данных, значения NULL и трёхзначная логика.
16. Базовые операторы языка *SQL*.
17. Задание схемы данных на языке *SQL*. Основные операторы *DDL*.
18. Построение запросов на выборку данных в языке *SQL*.
19. Основные операторы *DML*.
20. Представления в языке *SQL*. Обновляемые (изменяемые) представления и условия их использования.
21. Управление правами пользователей в языке *SQL*.
22. Обеспечение надёжной работы СУБД. Транзакционный принцип функционирования. Управление транзакциями в языке *SQL*.
23. Процесс проектирования БД на практике. Организация тестирования БД.
24. Оптимизация работы СУБД. Оптимизация *SQL*-запросов.
25. Основные технологии доступа к реляционным СУБД.
26. Основные протоколы доступа к данным.
27. Основные форматы данных при доступе к данным в сети Интернет.
28. Объекто-реляционнное отображение (*ORM*) и его использование для обеспечения персистентности объектов. Использование *ORM* при проектировании прикладных программных интерфейсов.
29. Основные *NoSQL* модели данных. Документо-ориентированные СУБД.
30. Организация высоконагруженных хранилищ данных.

Следующие вопросы служат примерами вопросов для оценки качества освоения дисциплины.

1. Тема 1.
	1. Что такое «абстракция» и «инкапсуляция»?
	2. Как Вы понимаете значение терминов «интерфейс» и «протокол»?
	3. Что такое БД? Какой смысл вкладывается в термин «данные» и в чём его отличие от «информации»?
	4. Почему приходится использовать БД? Объясните роль БД в ИС.
	5. Что такое банк данных?
	6. Какие модели данных Вы знаете. В чём их принципиальное различие?
	7. Охарактеризуйте уровни трехуровневой модели абстракции данных.
	8. Чем «данные» отличаются от «знаний»?
	9. Что такое база знаний?
	10. Объясните смысл термина «непротиворечивость данных».
	11. Перечислите известные Вам технологии доступа к данным и их особенности.
	12. Какими достоинствами и недостатками обладают известные Вам способы обеспечения доступа к данным.
	13. Что такое открытая система? В чём значимость стандартов на взаимодействие открытых систем?
	14. По каким критериям классифицируются СУБД? В чём значимость этих критериев?
	15. Кого или что относят к клиентам СУБД?
	16. Каковы наиболее популярные СУБД на текущий момент? В чём причина их популярности?
	17. Как использование СУБД помогает решать проблемы обеспечения информационной безопасности?
2. Тема 2.
	1. Какие требования предъявляются к «хорошим» сущностям?
	2. Как правильно организовать процесс выделения сущностей предметной области?
	3. Как идентифицируются сущности?
	4. Зачем на *ER*-диаграмме некоторые атрибуты подчёркиваются?
	5. Как на *ER*-диаграмме изобразить связь «один ко многим»? А есть ли другие варианты?
	6. Что такое слабая сущность?
	7. Как на *ER*-диаграмме отобразить отношение наследования («это есть»)?
	8. Опишите варианты композиции *ER*-диаграмм.
	9. Какую бы концептуальную модель Вы бы предложили для работы с процессным описанием системы?
3. Тема 3.
	1. Что такое реляционное отношение?
	2. Может ли отношение содержать два кортежа с одинаковыми ключами?
	3. Чем реляционная алгебра отличается от реляционного исчисления?
	4. Объясните отличия между однозначными и многозначными зависимостями.
	5. Что является критерием того, что БД находится в первой (2, ..., 5) нормальной форме?
	6. Нужно ли стремиться к тому, чтобы БД находилась в пятой нормальной форме?
	7. Какие нормальные формы кроме 1НФ-5НФ Вы знаете?
	8. Чем первичный ключ отличается от внешнего?
	9. Что такое составной ключ? В каких случаях используются составные ключи?
4. Тема 4.
	1. Какая модель данных нашла отражение в языке *SQL*?
	2. С какой целью создавался язык запросов *QBE*?
	3. Является ли язык *SQL* языком программирования?
	4. Что такое *SQL*-сервер?
	5. Какие типы данных поддерживает язык *SQL*?
	6. Каковы основные достоинства и недостатки языка *SQL* как языка манипулирования данными?
	7. Какие операторы языка *SQL* предназначены для добавления и удаления данных?
	8. Какие агрегатные функции можно использовать в языке *SQL*?
	9. Какие функции, принимающие параметр строкового типа, поддерживает язык SQL?
	10. Существуют ли ограничения на реализацию вложенных запросов SELECT?
	11. В чём различия левого, правого и естественного объединения?
	12. Существуют ли универсальные методы оптимизации запросов на выборку данных в языке *SQL*?
	13. С какой целью используются представления? Как добиться редактируемости представления?
	14. Какие методы реализации ссылочной целостности Вы знаете?
	15. Какие события могут обрабатываться триггером?
	16. Когда необходимо использовать хранимые процедуры?
5. Тема 5.
	1. В чём заключается транзакционный принцип функционирования информационных систем?
	2. Как расшифровывается аббревиатура *ACID*?
	3. Что такое рефакторинг БД?
	4. В каких случаях целесообразно применять логическую модель данных?
	5. С чего следует начать процесс логического проектирования схемы данных?
	6. Каковы основные ошибки, допускаемые при проектировании схемы данных?
	7. Какие виды тестирования БД Вы знаете?
	8. Как проверить корректность работы ограничений целостности?
	9. Что такое обратное проектирование?
6. Тема 6.
	1. Расскажите об истории развития технологий доступа к БД.
	2. Опишите особенности стандарта *ODBC*.
	3. Опишите особенности библиотек доступа к данным *ADO* и *ADO.NET*.
	4. Какие *ORM*-библиотеки Вы бы порекомендовали для используемого Вами языка программирования?
	5. Чем отличаются и что общего у форматов *XML* и *JSON*?
	6. В чём смысл понятия «витрина данных»?
	7. Какие методы формализации знаний эксперта Вы знаете?
	8. Какие форматы и протоколы существуют для обмена знаниями?
	9. Какова архитектура типичной экспертной системы?
	10. Что такое машина вывода?
	11. Чем интервью отличается от тестирования?
	12. Что такое фрейм?
	13. Что такое семантическая сеть?
	14. Почему для экспертной системы может быть важным объяснить результат?
	15. Как современные среды программирования упрощают процесс проектирования БД?
	16. Что такое виртуализация?
	17. Приведите примеры конвергенции технологий доступа к данным.
7. **РЕСУРСЫ**
	1. **Основная литература**
8. **Дейт К.** Введение в системы баз данных, 8-е издание. – Вильямс, 2006. – 1328 с.
9. **Грабер М.** *SQL*. – Лори, 2007. – 644 с.
	1. **Дополнительная литература**
10. **Дейт К.** *SQL* и реляционная теория. Как грамотно писать код на *SQL*. – Символ-Плюс, 2010. – 480 с.
11. **Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж.** Системы баз данных. Полный курс. – Вильямс, 2003. – 1088 с.
12. **Шаши Ш., Санжей Ч.** Основы пространственных баз данных. – М : Кудиц-Образ, 2004. – 336 с.
13. **Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовской В.Д.** Базы данных. Теория и практика. – Высшая школа, 2007. – 463 с.
14. **Люгер Дж.** Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – Вильямс, 2005. – 864 с.
15. **Джарратано Дж., Райли Г.** Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – Вильямс, 2006. – 1152 с.
16. ***Hogan R.*** *A Practical Guide to Database Design. 2nd* *ed*. – *CRC Press,* 2018*.* – 432 *p*.
17. ***Connolly T., Begg C.*** *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management,* 6*th ed. – Pearson,* 2014. – 1440 *p*.
18. ***Date C.J., Darwen H., Lorentzos N.A.*** *Time and Relational Theory: Temporal Databases in the Relational Model and SQL*. – *Elsevier*, 2014. – 560 *p*.
19. ***Harrison G.*** *Next Generation Databases: NoSQL and Big Data. – Apress*, 2015. – 235 *p*.
20. ***Teorey T.J., Lightstone S.S., Nadeau T., Jagadish H.V.*** *Database Modeling and Design: Logical Design*. – *Morgan Kaufmann*, 2011. – 352 *p*.
	1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | Microsoft Windows 10 | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Microsoft Office 365 Education A3 for Students | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 3. | Microsoft OneNote Class Notebook | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 4. | Microsoft SQL Server | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 5. | PostgreSQL | URL: www.postgresql.org |
| 6. | Firebird | URL: www.firebirdsql.org |
| 7. | SQLite | URL: www.sqlite.org |
| 8. | MongoDB | URL: www.mongodb.com |
| 9. | Neo4j | URL: neo4j.com |
| 10. | Dia | URL: dia-installer.de |
| 11. | Microsoft Visio | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 12. |  |  |
| 13. |  |  |

* 1. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|  | ***Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*** |
| 1. | IEEE Xplore | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Издания ACM | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 3. | Springer Books | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 4. | Elsevier Books | *Из внутренней сети университета (договор)* |
|  | ***Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)*** |
| 1. | Упражнения по *SQL* | URL: www.sql-ex.ru |
| 2. | *W3Schools SQL Tutorial* | URL: www.w3schools.com/sql |
| 3. | *Cumming A. A Gentle Introduction to SQL* | URL: www.sqlzoo.net |
| 4. | *Microsoft Learning center* | URL: www.microsoft.com/en-us/server-cloud/support/learning-center/learning-center.aspx |
| 5. | *INTUIT.RU:* Интернет-Университет Информационных Технологий: Базы данных | URL: www.intuit.ru/catalog/database |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине имеют возможность подключения к сети Интернет и доступ к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.