

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Программирования и
Информационных технологий
 Махортов С. Д.

05.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01. Архитектура реляционных СУБД

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.04 Программная инженерия

2. Профиль подготовки/специализация: все профили

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Программирования и информационных технологий (ПиИТ)

6. Составители программы: Махортов Сергей Дмитриевич, д. ф.-м. н., доцент

7. Рекомендована: НМС ФКН, протокол № 5 от 05.03.2025

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

- изложить теоретические основы управления данными, транзакциями, принципы построения отказоустойчивых серверов баз данных, управления доступом к данным и поддержки целостности данных;
- научить студентов профессионально проектировать концептуальные модели и создавать высоконадежные системы управления данными с использованием современных технологий, а также с учетом требований предметной области и потребностей пользователей;
- выработать практические навыки применения полученных знаний.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок Б1, вариативная часть. Требуется предварительное знание основ дискретной математики, информатики, программирования, математической логики и теории алгоритмов, баз данных. Предшествует дисциплинам: язык моделирования UML.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-8	Способен разрабатывать компоненты СУБД.	ПК-8.1	Разрабатывает архитектуру компонентов СУБД.	знать: теоретические основы управления данными, теоретические основы управления транзакциями; принципы построения отказоустойчивых серверов, принципы управления доступом к данным
		ПК-8.2	Разрабатывает систему поддержки транзакций и контроля целостности БД.	уметь: проектировать концептуальные модели систем БД; проектировать и использовать механизмы транзакций, создавать высоконадежные системы управления данными владеть (иметь навык(и)): современными технологиями баз данных; подходами к построению и исследованию архитектуры СУБД, соответствующим программным обеспечением

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		1 семестр		
Аудиторные занятия	36	36		
в том числе: лекции	18	18		
практические	0	0		

лабораторные	18	18		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	36	36		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Транзакции	Концепция транзакций. Свойства транзакций и уровни изоляции.
1.2	Профилактика системных отказов и устранение их последствий	Протоколирование. Стратегии «undo», «redo» и «undo/redo». Восстановление целостности данных. Контрольные точки. Защита от отказа дискового устройства. Статическое и динамическое архивирование.
1.3	Расписания	Последовательные и условно-последовательные расписания. Условно-последовательное упорядочение с учетом конфликтов. Графы предшествования.
1.4	Механизмы блокирования	Блокировки. Двухфазное блокирование. Проблема взаимоблокировок. Общие и монопольные блокировки. Матрицы совместимости. Повышение уровня блокирования. Обновляемые и инкрементные блокировки. Архитектура планировщика.
1.5	Управление иерархиями элементов базы данных	Блокировки с различной степенью детализации. Предупреждающие блокировки. Обобщенный признак блокирования. Фантомные кортежи и обработка операций вставки.
1.6	Протокол блокирования древовидных структур	Модель блокирования древовидных структур. Правила доступа к элементам. Обоснование корректности протокола блокирования древовидных структур.
1.7	Оптимистические подходы к управлению расписаниями	Хронометраж действий транзакций. Правила упорядочения действий. Множественные версии элементов и хронологических признаков. Проверка достоверности действий транзакций. Архитектура планировщика. Правила проверки достоверности. Сравнение схем управления параллельными заданиями.
2. Практические занятия		
3. Лабораторные работы		
1.1	Транзакции	Концепция транзакций. Свойства транзакций и уровни изоляции.
1.2	Профилактика системных отказов и устранение их последствий	Протоколирование. Стратегии «undo», «redo» и «undo/redo». Восстановление целостности данных. Контрольные точки. Защита от отказа дискового устройства. Статическое и динамическое архивирование.
1.3	Расписания	Последовательные и условно-последовательные расписания. Условно-последовательное упорядочение с учетом конфликтов. Графы предшествования.
1.4	Механизмы блокирования	Блокировки. Двухфазное блокирование. Проблема взаимоблокировок. Общие и монопольные блокировки. Матрицы совместимости. Повышение уровня блокирования. Обновляемые и инкрементные блокировки. Архитектура планировщика.
1.5	Управление иерархиями элементов базы данных	Блокировки с различной степенью детализации. Предупреждающие блокировки. Обобщенный признак блокирования. Фантомные кортежи и обработка операций вставки.
1.6	Протокол блокирования древовидных структур	Модель блокирования древовидных структур. Правила доступа к элементам. Обоснование корректности протокола блокирования древовидных структур.
1.7	Оптимистические подходы к управлению расписаниями	Хронометраж действий транзакций. Правила упорядочения действий. Множественные версии элементов и хронологических признаков. Проверка достоверности действий транзакций. Архитектура планировщика. Правила проверки достоверности. Сравнение схем управления параллельными заданиями.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельна	Всего

					я работа	
1	Транзакции	2		2	4	8
2	Профилактика системных отказов и устранение их последствий	2		2	4	8
3	Расписания	4		4	8	16
4	Механизмы блокирования	2		2	4	8
5	Управление иерархиями элементов базы данных	2		2	4	8
6	Протокол блокирования древовидных структур	2		2	4	8
7	Оптимистические подходы к управлению расписаниями	4		4	8	16
	Итого:	18		18	36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций и презентационным материалом; выполнение тестов; подготовка к заданиям текущей аттестации.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Махортов С.Д. РСУБД: Основы отказоустойчивых систем: учебное пособие для вузов. 2-е изд. / С.Д. Махортов. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. – 136 с.
2	Ковязин А., Востриков В. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в Interbase/Firebird/Yaffil. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2007. – 432 с.
3	Бураков П.В., Петров В.Ю. Введение в системы баз данных. Учебное пособие / П.В. Бураков, В.Ю. Петров. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 129 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Гарсиа Молина Г., Ульман Д., Уидом Д. Системы баз данных. Полный курс. – Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 1088 с.
5	Грабер М. Введение в SQL. – Пер. с англ. – М.: Лори, 2007. – 379 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
6	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
7	http://moevm.ru/msd

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

Для реализации учебного процесса используются бесплатные полнофункциональные реляционные СУБД Firebird, MySQL, PostgreSQL.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс №5 (ауд. 295). ПК-Intel-Core2 14 шт., рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор, специализированная мебель: доска маркерная 1 шт., столы 16 шт., стулья 33 шт. В классе находится точка доступа беспроводной сети для доступа в Интернет и к учебно-методическим материалам, расположенным на внутренних серверах факультета.

2. Компьютерный класс №7 (ауд. 316п). ПК на базе IntelCore2Duo 2,8ГГц, ОЗУ 2ГБ, диск 160Gb – 30 шт. Специализированная мебель: доска маркерная 1 шт., доска интерактивная 1 шт., столы 32 шт., стулья 64 шт.; рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор. В классе находится точка доступа беспроводной сети для доступа в Интернет и к учебно-методическим материалам, расположенным на внутренних серверах факультета.

19. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестаций

19.1. Текущий контроль

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме письменных работ (контрольные, выполнение практико-ориентированных заданий). Критерии оценивания приведены ниже.

19.1.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

Тестовые задания – 1 балл

1. Для чего служат транзакции?
 - 1) Для защиты от системных сбоев.
 - 2) Для поддержания базы данных в целостном состоянии.
 - 3) Для контейнеризации операций.
2. Что такое целостное состояние базы данных (БД)?
 - 1) Состояние, соответствующее установленным для БД бизнес-правилам.
 - 2) Состояние, при котором соблюдаются ограничения на значения элементов БД.
 - 3) Состояние не разрушенной БД.
3. Что такое транзакция?
 - 1) Набор операций, поступивших от клиентской части приложения.
 - 2) Группа операций, выполняющих задачу пользователя.
 - 3) Логический блок, объединяющий операции в БД, который должен быть целиком выполнен или целиком не выполнен.
4. Откуда обычно приходит команда COMMIT?
 - 1) От клиентской части приложения.
 - 2) От серверной части.
 - 3) От пользователя, сидящего за компьютером.
5. Откуда обычно приходит команда ROLLBACK?
 - 1) От клиентской части приложения.
 - 2) От серверной части.
 - 3) От пользователя, сидящего за компьютером.
6. Какие операции в БД рассматриваются в классическом определении транзакции?
 - 1) Любые SQL-команды.

- 2) Любые SQL- и NoSQL-команды.
- 3) SQL-команды манипулирования данными.
7. Что такое механизм транзакций?
 - 1) Функциональность СУБД, позволяющая объединять операции в транзакции и обеспечивающая возможность принятия и выполнения решения об успешности действий блока операций.
 - 2) Функциональность СУБД, позволяющая переводить базу данных из одного целостного состояния в другое.
 - 3) Функциональность СУБД, обеспечивающая изоляцию изменений, совершаемых операциями в контексте одной транзакции, от операций в других транзакциях.
8. Что означает атомарность транзакции?
 - 1) Транзакция состоит из единственной операции.
 - 2) Транзакция не делится на части, то есть в итоге выполняется целиком или не выполняется вообще.
 - 3) Транзакция может быть целиком отменена.
9. Что означает согласованность транзакции?
 - 1) Действия транзакции согласованы между собой.
 - 2) Действия транзакции согласованы с ограничениями в БД.
 - 3) Транзакция переводит БД из одного целостного состояния в другое.
10. Что означает изолированность транзакции?
 - 1) Независимость различных транзакций друг от друга.
 - 2) Каждой транзакции выделяется изолированная область памяти.
 - 3) Каждая транзакция работает с собственным подмножеством элементов БД.
11. Что означает устойчивость транзакции?
 - 1) Транзакция не подвержена колебаниям.
 - 2) Надежное сохранение результатов выполнения подтвержденной транзакции.
 - 3) Надежная отмена результатов выполнения неподтвержденной транзакции.
12. Какой из перечисленных уровней изоляции транзакций наиболее сильный?
 - 1) Dirty Read.
 - 2) Read Committed.
 - 3) Repeatable Read.
 - 4) Serialized.
13. Какой из перечисленных уровней изоляции транзакций наиболее слабый?
 - 1) Dirty Read.
 - 2) Read Committed.
 - 3) Repeatable Read.
 - 4) Serialized.
14. Что такое восстановление целостности БД после сбоя?
 - 1) Сборка БД из разрозненных фрагментов.
 - 2) Дерепликация БД.
 - 3) Приведение БД к такому виду, когда незавершенные до сбоя транзакции отменены, завершенные – подтверждены.
15. В чем состоит стратегия преодоления последствий системных сбоев в БД?
 - 1) Ведение надежного протокола всех изменений в БД на энергонезависимом устройстве.
 - 2) Выполнение транзакций в промежутках между сбоями.
 - 3) Осторожное выполнение каждой модифицирующей операции.
16. Что из нижеследующего можно сказать о протоколе (журнале) изменений в БД в обычном режиме работы?
 - 1) Его можно представить как файл, открытый только для чтения.
 - 2) Его можно представить как файл, открытый только для записи.
 - 3) Его можно представить как файл с последовательным доступом.

17. Модель ведения протокола "undo" ориентирована на следующие виды работы после системного сбоя.
- 1) Отмена действий не завершенных до сбоя транзакций.
 - 2) Воспроизведение действий завершенных до сбоя транзакций.
18. Модель ведения протокола "redo" ориентирована на следующие виды работы после системного сбоя.
- 1) Отмена действий не завершенных до сбоя транзакций.
 - 2) Воспроизведение действий завершенных до сбоя транзакций.
19. Модель ведения протокола "undo/redo" ориентирована на следующие виды работы после системного сбоя.
- 1) Отмена действий не завершенных до сбоя транзакций.
 - 2) Воспроизведение действий завершенных до сбоя транзакций.
20. Модель ведения протокола "undo" обладает следующим недостатком.
- 1) Слишком частое обращение к внешнему устройству.
 - 2) Слишком редкое обращение к внешнему устройству.
 - 3) Требуется для своей работы больше оперативной памяти.
21. Модель ведения протокола "redo" обладает следующим недостатком.
- 1) Слишком частое обращение к внешнему устройству.
 - 2) Слишком редкое обращение к внешнему устройству.
 - 3) Требуется для своей работы больше оперативной памяти.
22. Модель ведения протокола "undo/redo" обладает следующим недостатком.
- 1) Слишком частое обращение к внешнему устройству.
 - 2) Слишком редкое обращение к внешнему устройству.
 - 3) Требуется для своей работы больше оперативной памяти.
23. Какова цель ввода контрольных точек при протоколировании изменений в БД?
- 1) Экономия дисковой памяти.
 - 2) Сужение области поиска записей в процессе восстановления БД.
 - 3) Контроль корректности записей протокола.
24. Что служит источником нарушения целостности БД при отсутствии системных и аппаратных сбоев?
- 1) Некорректная работа пользователей.
 - 2) Скачки электрического напряжения.
 - 3) Параллельная работа транзакций.
25. Что такое расписание заданий с точки зрения их планировщика?
- 1) Упорядоченная во времени последовательность значимых действий транзакций.
 - 2) Список моментов времени старта и завершения транзакций.
 - 3) Список моментов времени старта и завершения работы пользователей.
26. Каких расписаний больше из перечисленных ниже видов расписаний?
- 1) Последовательные.
 - 2) Условно-последовательные.
 - 3) Условно-последовательные с учетом конфликтов.
27. Концепция двухфазного блокирования гарантирует, что расписание относится к следующим видам.
- 1) Последовательные.
 - 2) Условно-последовательные.
 - 3) Условно-последовательные с учетом конфликтов.
28. Концепция двухфазного блокирования защищает от взаимоблокировок?
- 1) Да.
 - 2) Нет.
 - 3) Частично.
29. С какой целью вводятся несколько типов блокировок?
- 1) Для предотвращения взаимоблокировок.
 - 2) Для защиты целостности БД.

- 3) Для повышения параллелизма работы транзакций.
30. В чем особенности протокола блокирования древовидных структур?
- 1) Регламентирует работу с вложенными элементами БД.
 - 2) Не следует концепции двухфазного блокирования.
 - 3) Связан с нереляционными БД.
31. В чем особенности оптимистических подходов к управлению расписаниями?
- 1) Не используют блокировок.
 - 2) Чаще приостанавливают работу транзакций.
 - 3) Чаще производят откат транзакций.

Ответы

Номер теста	Номер ответа
1	2
2	1
3	3
4	1
5	1
6	3
7	1, 2, 3
8	2
9	3
10	1
11	2
12	4
13	1
14	3
15	1
16	2, 3
17	1
18	2
19	1, 2
20	1
21	2
22	3
23	1, 2
24	3
25	1
26	2
27	2, 3
28	2
29	3
30	2
31	1, 3

Задания с кратким ответом – 2 балла

1. Для чего служат транзакции?
2. Откуда обычно приходит команда COMMIT?
3. Откуда обычно приходит команда ROLLBACK?
4. Какие операции в БД рассматриваются в классическом определении транзакции?
5. Какой уровень изоляции транзакций наиболее сильный?
6. Какой уровень изоляции транзакций наиболее слабый?
7. На какие действия после системного сбоя ориентирована модель протокола "undo"?
8. На какие действия после системного сбоя ориентирована модель протокола "redo"?
9. Что служит источником нарушения целостности БД при отсутствии системных и аппаратных сбоев?
10. Концепция двухфазного блокирования гарантирует, что расписание относится к какому виду?

Ответы

Номер вопроса	Ответ
1	Для поддержания базы данных в целостном состоянии
2	От клиентской части
3	От клиентской части
4	Команды манипулирования данными
5	Serialized
6	Dirty Read
7	Отмена действий незавершенных транзакций
8	Воспроизведение действий завершенных транзакций
9	Параллельная работа транзакций
10	Условно-последовательное с учетом конфликтов

Задания с развернутым ответом – 3 балла

1. Концепция транзакций. Уровни изоляции.
2. Протоколирование и восстановление БД в режиме «undo».
3. Протоколирование и восстановление в режиме «redo».
4. Расписания. Условно-последовательное упорядочение транзакций с учетом конфликтов.
5. Расписания и графы предшествования.
6. Концепция двухфазного блокирования.
7. Общие и монопольные блокировки данных.
8. Обновляемые и инкрементные блокировки данных.
9. Блокировки данных с различной степенью детализации. Предупреждающие блокировки.
10. Модель блокирования древовидных структур. Правила доступа.
11. Обоснование корректности протокола блокирования древовидных структур.
12. Оптимистические подходы к управлению расписаниями.
13. Сравнение схем управления параллельными заданиями.
14. Графы ожидания для обнаружения взаимоблокировок.
15. Сравнение методов разрешения взаимоблокировок.

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся отвечает на все вопросы правильно.	3
Обучающийся отвечает на все вопросы. Допускаются незначительные неточности.	2
Обучающийся отвечает не на все вопросы. Ответ не содержит грубых ошибок.	1
Обучающийся отвечает не на все вопросы. Присутствуют грубые ошибки.	0

19.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели: владение теоретическими основами дисциплины, способность

иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения приведены в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач в области СУБД.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся хорошо владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач в области СУБД.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся недостаточно владеет теоретическими основами дисциплины, затрудняется иллюстрировать ответ примерами, не вполне адекватно применяет теоретические знания для решения практических задач в области СУБД.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся имеет серьезные пробелы в знании теоретических основ дисциплины, неспособен иллюстрировать ответ примерами, неспособен применять теоретические знания для решения практических задач в области СУБД.	—	<i>Неудовлетворительно</i>

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по экзаменационным билетам (КИМ). Перечень вопросов к экзамену:

1. Концепция транзакций. Уровни изоляции.
2. Профилактика системных отказов и устранение их последствий.
3. Протоколирование и восстановление в режиме «undo».
4. Протоколирование и восстановление в режиме «redo».
5. Протоколирование и восстановление в режиме «undo/redo». Отказы при восстановлении.
6. Методы защиты от отказа дискового устройства.
7. Расписания. Условно-последовательное упорядочение с учетом конфликтов.
8. Расписания и графы предшествования.
9. Расписания и блокировки. Архитектура простого планировщика с блокированием.
10. Концепция двухфазного блокирования.
11. Взаимоблокировки. Общие и монопольные блокировки.
12. Матрицы совместимости блокировок. Повышение уровня блокирования.
13. Обновляемые и инкрементные блокировки.
14. Двухкомпонентная модель планировщика с блокированием.
15. Обработка запросов на блокирование и разблокирование.
16. Блокировки с различной степенью детализации. Предупреждающие блокировки.
17. Обобщенный признак и режимы предупреждающего блокирования. Фантомные corteжи.
18. Модель блокирования древовидных структур. Правила доступа.
19. Обоснование корректности протокола блокирования древовидных структур.
20. Оптимистические подходы к управлению расписаниями.
21. Хронологические признаки.
22. Правила упорядочения действий с помощью механизма хронометража.
23. Множественные версии элементов и хронологических признаков. Сопоставление блокирования и хронометража.
24. Архитектура планировщика и правила проверки достоверности транзакций.
25. Сравнение схем управления параллельными заданиями.