МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Оптимизация и администрирование баз данных

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Цифровая инженерия транспортных процессов

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 937226
Подписал: руководитель образовательной программы Проневич Ольга Борисовна
Дата: 07.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков администрирования, оптимизации производительности и обеспечения надежности систем управления базами данных, обеспечивающих эффективное хранение и обработку критических данных транспортного предприятия с заданными SLA по доступности и времени отклика.

Дисциплина предназначена для формирования и закрепления у обучающихся компетенций, необходимых для решения следующих профессиональных задач:

Администрирование СУБД (PostgreSQL, ClickHouse) в промышленной эксплуатации.

Оптимизация производительности запросов и структур хранения данных.

Управление жизненным циклом данных (Data Lifecycle Management).

Оптимизация затрат на хранение и обработку данных.

Настройка репликации, резервного копирования и восстановления данных.

Мониторинг и диагностика производительности СУБД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ИД-4 - Способен проектировать, развертывать и оптимизировать архитектуры хранилищ данных (DWH) и Data Lake.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

Методы оптимизации запросов и хранения данных: структуру и принципы работы индексов (B-Tree, Hash, GiST, GIN, BRIN), партиционирование и шардирование данных, оптимизацию структур хранения (TOAST, табличные пространства), методы оптимизации SQL-запросов (анализ планов выполнения, использование индексов, оптимизация JOIN-ов, подзапросов и оконных функций), настройку параметров СУБД для различных типов нагрузок.

Принципы управления жизненным циклом данных (Data Lifecycle Management): стратегии архивации, очистки и удаления устаревших данных, управление температурными уровнями хранения (hot/warm/cold), политики retention, использование Tiered Storage, обеспечение соответствия требованиям регуляторов (Роскомнадзор, 152-ФЗ) и соблюдение политик информационной безопасности.

Уметь:

Применять стратегии оптимизации затрат на хранение и обработку данных: оценивать стоимость различных вариантов хранения (S3, EBS, локальные диски), оптимизировать распределение данных по типам носителей, выбирать оптимальные модели сжатия, настраивать политики автоматического перемещения данных между уровнями хранения, прогнозировать рост затрат и планировать бюджет.

Проводить диагностику и настройку производительности СУБД: анализировать планы выполнения запросов, выявлять "узкие места" в работе базы данных (дисковые операции, блокировки, кэширование), настраивать параметры сервера и управлять пулом соединений.

Владеть:

Навыками практического администрирования СУБД: установка, настройка и обновление СУБД, управление пользователями и правами доступа, настройка репликации, организация резервного копирования и восстановления, мониторинг состояния кластера.

Навыками оптимизации производительности: анализ медленных запросов, создание и обслуживание индексов, партиционирование таблиц, настройка параметров (shared_buffers, work_mem, maintenance_work_mem, checkpoint), использование инструментов профилирования и диагностики.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов

	Всего	Семестр	
		№5	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	48	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	48	32	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 120 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Тема 1. Введение в администрирование СУБД. Рассматриваемые вопросы: - Роль администратора баз данных в современной ИТ-инфраструктуре. - Архитектура СУБД: процессы, память, хранение данных. - Обзор основных СУБД: PostgreSQL, MySQL, Oracle, MS SQL, ClickHouse. - Выбор СУБД для транспортных задач. - Введение в SLA и требования к доступности.
2	Тема 2. Установка и настройка PostgreSQL. Рассматриваемые вопросы: - Установка PostgreSQL из пакетов и исходных кодов. - Структура каталогов и конфигурационных файлов. - Настройка postgresql.conf: основные параметры. - Управление кластером: инициализация, запуск, остановка. - Настройка pg_hba.conf для управления доступом.
3	Тема 3. Управление пользователями и правами доступа. Рассматриваемые вопросы: - Роли и привилегии в PostgreSQL. - Создание пользователей и групп. - Настройка прав на объекты базы данных.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Row Level Security (RLS) для тонкой настройки доступа. - Аудит действий пользователей
4	Тема 4. Внутренняя архитектура PostgreSQL. Рассматриваемые вопросы: - Процессная модель PostgreSQL. - Shared Buffers и кэширование. - WAL (Write-Ahead Log): назначение и настройка. - VACUUM и управление версиями строк (MVCC). - Структура таблиц и индексов на диске.
5	Тема 5. Индексы в PostgreSQL: типы и применение. Рассматриваемые вопросы: - Типы индексов: B-Tree, Hash, GiST, GIN, BRIN, SP-GiST. - Выбор типа индекса в зависимости от данных и запросов. - Составные индексы и порядок столбцов. - Частичные и функциональные индексы. - Обслуживание индексов: REINDEX, статистика.
6	Тема 6. Оптимизация запросов: EXPLAIN и планировщик. Рассматриваемые вопросы: - Планировщик запросов PostgreSQL. - Команда EXPLAIN: форматы и интерпретация. - EXPLAIN ANALYZE: реальное выполнение и статистика. - Чтение планов выполнения: Seq Scan, Index Scan, Index Only Scan, Bitmap Scan, Nested Loop, Hash Join, Merge Join. - Выявление узких мест в запросах.
7	Тема 7. Статистика и оптимизация запросов. Рассматриваемые вопросы: - Сбор статистики: ANALYZE и autovacuum. - Настройка параметров статистики (default_statistics_target). - Корректировка оценок планировщика. - Использование pg_hint_plan для управления планами. - Оптимизация запросов с оконными функциями и CTE.
8	Тема 8. Партиционирование таблиц. Рассматриваемые вопросы: - Концепция партиционирования. - Виды партиционирования: по диапазону, по списку, по хэшу. - Наследование таблиц в PostgreSQL (старый подход). - Декларативное партиционирование (новый подход). - Управление партициями: создание, удаление, перемещение.
9	Тема 9. Шардирование и масштабирование. Рассматриваемые вопросы: - Концепция шардирования данных. - Архитектурные подходы к шардированию. - Инструменты для шардирования: Citus, Postgres-XL, Vitess. - Транзакции и согласованность в распределенных системах. - Торговые ограничения и выбор стратегии.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Тема 1. Установка и первичная настройка PostgreSQL. Рассматриваемые вопросы: - Установка PostgreSQL на Linux. - Инициализация кластера. - Настройка основных параметров в postgresql.conf. - Настройка pg_hba.conf. - Запуск и проверка работоспособности.
2	Тема 2. Управление пользователями и ролями. Рассматриваемые вопросы: - Создание ролей и пользователей. - Назначение прав на базы данных и схемы. - Настройка Row Level Security. - Просмотр и аудит прав.
3	Тема 3. Создание таблиц и загрузка данных. Рассматриваемые вопросы: - Создание таблиц различных типов. - Использование COPY для массовой загрузки. - Импорт данных из CSV/JSON. - Проверка корректности загруженных данных.
4	Тема 4. Индексы: создание и тестирование. Рассматриваемые вопросы: - Создание индексов разных типов. - Сравнение производительности с индексами и без. - Использование составных и частичных индексов. - Анализ использования индексов.
5	Тема 5. Анализ планов выполнения запросов (EXPLAIN). Рассматриваемые вопросы: - Запуск EXPLAIN и EXPLAIN ANALYZE. - Чтение и интерпретация планов. - Выявление проблемных мест в запросах. - Сравнение планов до и после оптимизации.
6	Тема 6. Оптимизация запросов на практике. Рассматриваемые вопросы: - Оптимизация запросов с JOIN-ами. - Оптимизация подзапросов и оконных функций. - Использование CTE для оптимизации. - Переписывание запросов для улучшения производительности.
7	Тема 7. Партиционирование таблиц. Рассматриваемые вопросы: - Создание партиционированных таблиц. - Загрузка данных в партиции. - Управление партициями (создание, удаление). - Сравнение производительности партиционированных и обычных таблиц.
8	Тема 8. Настройка VACUUM и статистики. Рассматриваемые вопросы: - Настройка autovacuum. - Ручной запуск VACUUM и ANALYZE. - Мониторинг состояния таблиц (pg_stat_*). - Оптимизация параметров VACUUM.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
9	Тема 9. Работа с WAL и PITR. Рассматриваемые вопросы: - Настройка параметров WAL. - Настройка архивации WAL-файлов. - Восстановление базы на определенный момент времени. - Тестирование восстановления.
10	Тема 10. Настройка физической репликации. Рассматриваемые вопросы: - Настройка мастер-сервера и реплики. - Настройка Streaming Replication. - Проверка работы репликации. - Переключение на реплику (failover).
11	Тема 11. Резервное копирование: логическое и физическое. Рассматриваемые вопросы: - Выполнение логического бэкапа (pg_dump). - Восстановление из логического бэкапа. - Выполнение физического бэкапа (pg_basebackup). - Тестирование восстановления.
12	Тема 12. Мониторинг с PostgreSQL Exporter и Grafana. Рассматриваемые вопросы: - Установка и настройка PostgreSQL Exporter. - Настройка Prometheus. - Создание дашбордов в Grafana. - Настройка алертинга.
13	Тема 13. Анализ медленных запросов. Рассматриваемые вопросы: - Настройка logging для медленных запросов. - Анализ логов. - Использование pg_stat_statements. - Оптимизация медленных запросов.
14	Тема 14. Управление блокировками. Рассматриваемые вопросы: - Мониторинг блокировок (pg_locks). - Выявление долгих транзакций. - Управление блокировками и deadlock-ами. - Использование advisory locks.
15	Тема 15. Введение в ClickHouse. Рассматриваемые вопросы: - Установка ClickHouse. - Создание таблиц с разными движками (MergeTree, ReplacingMergeTree). - Загрузка данных. - Выполнение аналитических запросов.
16	Тема 16. Оптимизация запросов в ClickHouse. Рассматриваемые вопросы: - Анализ выполнения запросов в ClickHouse. - Использование индексов в ClickHouse. - Оптимизация партиционирования. - Сравнение производительности с PostgreSQL.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение официальной документации PostgreSQL и ClickHouse.
2	Практика написания оптимизированных SQL-запросов.
3	Самостоятельная настройка тестового кластера PostgreSQL.
4	Подготовка к защите итогового проекта.
5	Выполнение курсовой работы.
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Разработка и внедрение политики резервного копирования и восстановления (Backup & Recovery) для PostgreSQL с обеспечением заданных RPO и RTO.

Оптимизация производительности аналитических запросов в PostgreSQL: анализ планов выполнения, создание индексов и настройка параметров СУБД.

Внедрение системы мониторинга и алертинга для PostgreSQL на базе Prometheus, PostgreSQL Exporter и Grafana.

Проектирование и развертывание отказоустойчивого кластера PostgreSQL с использованием Patroni и etcd (автоматический failover).

Сравнительный анализ производительности PostgreSQL и ClickHouse на OLAP-нагрузках с данными транспортного предприятия.

Разработка стратегии партиционирования больших таблиц в PostgreSQL для ускорения запросов и управления жизненным циклом данных.

Настройка физической и логической репликации в PostgreSQL: выбор архитектуры, мониторинг и управление задержками.

Оптимизация хранения данных в ClickHouse: выбор движков таблиц, партиционирование, сортировка и настройка сжатия.

Разработка стратегии управления жизненным циклом данных (DLM) с архивацией и очисткой устаревших данных с учетом регуляторных требований.

Миграция данных из реляционной СУБД (PostgreSQL) в колоночную аналитическую СУБД (ClickHouse) с обеспечением консистентности и валидацией результатов.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Репликация баз данных : учебно-методическое пособие / составители М. Ф. Ванина, А. Г. Ерохин. — Москва : МТУСИ, 2025. — 21 с.	https://e.lanbook.com/book/478481
2	Полтавцева, М. А. Безопасность баз данных : учебное пособие для вузов / М. А. Полтавцева. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 356 с. — ISBN 978-5-507-49999-1.	https://e.lanbook.com/book/436274

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

https://habr.com/ru - база знаний в виде статей, обзоров

http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ

https://superset.apache.org/user-docs/intro/#documentation – документация Apache Superset

https://www.postgresql.org/ - официальная страница PostgreSQL

https://yandex.cloud/ru/docs/datalens/ - официальная документация Yandex Datalens

https://docs.docker.com/ - официальная документация Docker

https://www.metabase.com/docs/latest/ - официальная документация Metabase

https://tableau.pro/ - официальный сайт Tableau с лучшими практиками проектирования дашбордов

https://revealthedata.com/blog/ - Блог о визуализации данных и BI-системах

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

MS Office (Excel, Word, PowerPoint)
Apache Superset
Yandex Datalens
Metabase
PostgreSQL
Docker
Apache Airflow
Браузер Chrome / Яндекс браузер
Draw.io

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютер преподавателя с доступом к сети Интернет
Компьютеры студентов с установленным Python-окружением и табличным процессором
Доступ к учебной базе событийных данных и экспериментальным выборкам
Доступ к PostgreSQL и BI-системе для визуализации результатов
Доступ к облачной виртуальной машине или Docker-контейнерам для воспроизводимого анализа
Проектор и экран для проектора
Маркерная доска

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.
Курсовая работа в 5 семестре.
Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

руководитель образовательной программы О.Б. Проневич

Согласовано:

Директор Д.В. Паринов

Руководитель образовательной программы О.Б. Проневич

Председатель учебно-методической комиссии Д.В. Паринов