

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Высоконагруженные системы

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Технологии разработки программного обеспечения

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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5665
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника
Евгеньевна
Дата: 01.09.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Высоконагруженные системы» являются:

- формирование у обучающихся знаний о проблематике высоких нагрузок, методов и техник конфигурации баз данных под высокие нагрузки;
- формирование у обучающихся знаний о проблематике высоких нагрузок, методов и техник построения инфраструктуры для микросервисов.

Задачами освоения учебной дисциплины «Высоконагруженные системы» являются:

- формирование у обучающихся базовых знаний, навыков и умений проектирования и реализации высоконагруженных систем;
- формирование у обучающихся базовых знаний, навыков и умений тестирования высоконагруженных систем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-5 - Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;

ОПК-7 - Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов;

ПК-7 - Способен разрабатывать программные продукты под разные платформы для корпоративного рынка.

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

Владеть:

- навыками проектирования архитектуры компонентов высоконагруженных систем с выбором адекватных технологий и паттернов для обеспечения масштабируемости и производительности;
- навыками выявления узких мест в производительности системы (на уровне приложения, СУБД, инфраструктуры) и применения методов их оптимизации и обеспечения отказоустойчивости;
- навыками проведения комплексного нагрузочного тестирования, анализа его результатов и формулирования рекомендаций по улучшению характеристик системы.

Знать:

- проблематику высоких нагрузок, ключевые метрики производительности (RPS, latency, error rate) и цели проектирования высоконагруженных систем;
- архитектурные подходы к построению высоконагруженных систем (монолит, микросервисы, serverless) и принципы их масштабирования (вертикальное, горизонтальное, stateless/stateful);
- методы оптимизации производительности СУБД (индексирование, партиционирование, денормализация) и обеспечения их доступности (репликация, шардирование);
- принципы и стратегии кэширования данных на различных уровнях системы;
- роль и принципы работы брокеров сообщений (например, RabbitMQ, Kafka) в асинхронных архитектурах;
- основы контейнеризации (Docker) и ее роль в построении и эксплуатации высоконагруженных систем;
- принципы работы балансировщиков нагрузки и их влияние на масштабируемость и отказоустойчивость;
- основы и цели нагрузочного тестирования, мониторинга и логирования систем.

Уметь:

- применять базовые техники оптимизации запросов к СУБД;
- применять стратегии кэширования данных для снижения нагрузки на основные хранилища;
- настраивать базовые механизмы репликации данных в СУБД для повышения доступности и распределения нагрузки чтения;
- разрабатывать компоненты систем, использующие асинхронное взаимодействие через брокеры сообщений для декомпозиции задач и повышения отзывчивости;
- применять инструменты для проведения нагрузочного тестирования и собирать базовые метрики производительности;
- контейнеризировать приложения для стандартизации развертывания и изоляции;
- настраивать базовые конфигурации балансировщиков для распределения трафика между экземплярами сервисов;
- настраивать и использовать базовые средства мониторинга и логирования для отслеживания состояния и диагностики проблем системы.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

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 60 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	Проблемы высоких нагрузок и архитектурные подходы Рассматриваемые вопросы: - проблематика высоких нагрузок; - различные модели (монолит, микросервисы), их особенности и недостатки; - большие данные и нагрузки – узкие места; - компромиссы при проектировании; - конкурентность и параллелизм (потoki, корутины, асинхронные подходы).

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Масштабирование и измерение производительности Рассматриваемые вопросы: - единицы измерения нагрузки; - подходы к масштабированию (вертикальное, горизонтальное, stateless/stateful); - типовые проблемы высоконагруженных проектов; - основы нагрузочного тестирования (цели, критерии успешности, метрики производительности).
3	СУБД и высокие нагрузки. Индексы. Репликация Рассматриваемые вопросы: - введение в индексы, типы индексов и структуры данных; - влияние индексов на производительность; - репликация, виды репликации (master-slave, master-master), преимущества и недостатки, согласованность данных.
4	СУБД и высокие нагрузки. Шардирование. Кеширование Рассматриваемые вопросы: - шардирование, стратегии шардирования, их преимущества и недостатки; - перешардирование; - кэширование (клиентское, серверное, CDN, кэширование запросов, объектов), стратегии инвалидации кэша; - популярные решения для кэширования (Redis, Memcached).
5	СУБД и высокие нагрузки. Транзакции. In-memory СУБД Рассматриваемые вопросы: - ACID (atomicity, consistency, isolation, durability); - проблемы конкурентного доступа и уровни изоляции транзакций; - OLAP и OLTP системы; - In-memory СУБД (Tarantool, Redis как СУБД), их преимущества и сценарии использования.
6	Асинхронное взаимодействие. Брокеры сообщений Рассматриваемые вопросы: - назначение и принципы работы брокеров сообщений; - паттерны использования (очереди, publish/subscribe); - популярные брокеры (RabbitMQ, Kafka), их архитектура и различия.
7	Микросервисы и протоколы Рассматриваемые вопросы: - декомпозиция и предметно-ориентированное программирование; - подходы к проектированию микросервисов; - различия между микросервисным и монолитным подходами; протоколы взаимодействия (HTTP, gRPC, WebSocket); - событийно-ориентированный подход к архитектуре; - CQRS и Event Sourcing.
8	Обеспечение надежности и наблюдаемости Рассматриваемые вопросы: - балансировка нагрузки (DNS, L4/L7, HAProxy, Nginx); - методы обеспечения отказоустойчивости (retry, circuit breaker, graceful degradation); - контейнеризация (Docker, k8s); - основы CI/CD; мониторинг, логирование и трассировка (Prometheus, Grafana, ELK/Loki).

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Нагрузочное тестирование и первичный анализ производительности В результате выполнения практической работы студент осваивает умение применять инструменты для проведения нагрузочного тестирования и формирует основы навыка анализа его результатов.
2	Оптимизация производительности СУБД. Индексирование В результате выполнения практической работы студент осваивает умение применять базовые техники оптимизации запросов к СУБД.
3	Применение кэширования для снижения нагрузки. В результате выполнения практической работы студент осваивает умение применять стратегии кэширования данных для снижения нагрузки на основные хранилища.
4	Обеспечение доступности СУБД через репликацию В результате выполнения практической работы студент осваивает умение настраивать базовые механизмы репликации данных в СУБД.
5	Разработка асинхронных компонентов с использованием брокера сообщений В результате выполнения практической работы студент осваивает умение разрабатывать компоненты систем, использующие асинхронное взаимодействие через брокеры сообщений.
6	Контейнеризация приложения с использованием Docker В результате выполнения практической работы студент осваивает умение контейнеризировать приложения с использованием Docker.
7	Балансировка нагрузки и горизонтальное масштабирование В результате выполнения практической работы студент осваивает умение настраивать базовые конфигурации балансировщиков нагрузки.
8	Интеграция системы мониторинга и анализ поведения под нагрузкой В результате выполнения практической работы студент осваивает умение настраивать и использовать базовые средства мониторинга и развивает навык проведения комплексного нагрузочного тестирования и анализа его результатов.
9	In-memory СУБД В результате выполнения практической работы студент получает навык работы с СУБД Tarantool.
10	Разработка высоконагруженных сервисов В результате выполнения практической работы студент получает навык разработки типового высоконагруженного микросервиса.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Работа с литературой
3	Текущая подготовка к занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Нурматова, Е. В. Управление большими базами данных и высоконагруженными системами : учебное пособие / Е. В. Нурматова, Р. Ф. Халабия, Л. В. Бунина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 120 с. — Текст : электронный Учебное пособие	https://e.lanbook.com/book/171496 (дата обращения: 15.04.2025)
2	Кочер, П. С. Микросервисы и контейнеры Docker : руководство / П. С. Кочер ; перевод с английского А. Н. Киселева. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 240 с. — ISBN 978-5-97060-739-8. — Текст : электронный	https://e.lanbook.com/book/123710 (дата обращения: 15.04.2025)
3	Ёсу, М. Т. Принципы организации распределенных баз данных / М. Т. Ёсу, П. Вальдуриес ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 678 с. — ISBN 978-5-97060-391-8. — Текст : электронный	https://e.lanbook.com/book/190719 (дата обращения: 15.04.2025)
4	Осипов, Д. Л. Технологии проектирования баз данных / Д. Л. Осипов. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 498 с. — ISBN 978-5-97060-737-4. — Текст : электронный	https://e.lanbook.com/book/131692 (дата обращения: 15.04.2025)

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

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru>);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

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

Microsoft Office.

.NET 8.

Java 21.

Браузер с выходом в интернет.

Microsoft Visual Studio CE.

JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition.

PostgreSQL.

Tarantool.

RabbitMQ.

Docker Desktop.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

Для практических занятий – наличие персональных компьютеров вычислительного класса.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами»

Е.А. Заманов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова