

**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 магистратуры  
по направлению подготовки  
09.04.01 Информатика и вычислительная техника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Архитектура высоконагруженных систем**

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Технологии проектирования 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: 01.09.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина ориентирована на формирование у студентов знаний о проблематике высоких нагрузок, методов и практик проектирования сервисов и баз данных под высокие нагрузки, построения отказоустойчивой и высокопроизводительной инфраструктуры для сервисов и микросервисов.

Основной задачей дисциплины является формирование у студента базовых знаний, навыков и умений проектирования, реализации и мониторинга высоконагруженных систем.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ОПК-1** - Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

**ОПК-3** - Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

**ПК-2** - Способен проектировать и разрабатывать распределенные высокопроизводительные программные продукты с применением методов оптимизации программного обеспечения для корпоративного рынка.

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

### **Знать:**

- основные аппаратные ресурсы и их ограничения при работе с высокими нагрузками;
- типовые проблемы, возникающие при высоких нагрузках, и методы их решения;
- типовые модели и архитектуры систем, а также особенности их реализации при высоких нагрузках;
- понятия масштабируемости и отказоустойчивости систем, их значимость и методы достижения;
- характеристики и требования к высоконагруженным системам.

### **Уметь:**

- использовать основные инструменты мониторинга инфраструктуры и

приложений для анализа и оптимизации производительности;

- определять типовые и пользовательские метрики, собирать и визуализировать данные для мониторинга;
- проводить нагрузочное тестирование систем, применяя соответствующие подходы и инструменты;
- анализировать производительность компонентов архитектуры под высокую нагрузку и оптимизировать их работу.

**Владеть:**

- навыками оптимизация хранения данных под высокую нагрузку;
- навыками минимизации последствий пиковых нагрузок и ddos-атак;
- навыками реализации типовых архитектурных шаблонов высоконагруженных систем;
- навыками построения отказоустойчивой и высокопроизводительной инфраструктуры для сервисов и микросервисов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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	Сем. №3
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 132 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	<p>Введение в проблематику высоконагруженных систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппаратные ресурсы и их ограничения;</li> <li>- типовые проблемы при высоких нагрузках;</li> <li>- типовые модели и архитектуры, особенности работы при высоких нагрузках;</li> <li>- понятия масштабируемости и отказоустойчивости систем;</li> <li>- характеристики и требования к высоконагруженным системам.</li> </ul>
2	<p>Мониторинг.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие мониторинга, основные инструменты мониторинга инфраструктуры и приложений;</li> <li>- типовые и пользовательские метрики, сбор и визуализация;</li> <li>- нагрузочное тестирование, подходы и инструменты;</li> <li>- особенности реализации мониторинга и логирования высоконагруженных систем.</li> </ul>
3	<p>Оптимизация компонентов архитектуры под высокую нагрузку.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ производительности компонентов архитектуры под высокую нагрузку;</li> <li>- идентификация узких мест в архитектуре и определение их влияния на производительность;</li> <li>- оптимизация веб-серверов;</li> <li>- параллелизация и распределение задач для повышения производительности;</li> <li>- реализация очередей и gate-лимитов;</li> <li>- CDN и статические ресурсы;</li> <li>- балансировка;</li> <li>- кеширование;</li> <li>- оптимизация CI/CD.</li> </ul>
4	<p>Оптимизация хранения данных под высокую нагрузку.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SQL и NoSQL базы данных;</li> <li>- транзакции и высокая нагрузка;</li> <li>- Elasticsearch, Redis и их роль в высоконагруженных проектах;</li> <li>- распределенные системы хранения данных;</li> <li>- репликация и шардинг;</li> <li>- консистентность и доступность данных;</li> <li>- CAP и PACELC.</li> </ul>
5	<p>Сетевые протоколы и их особенности при высоких нагрузках.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- TCP/IP;</li> <li>- HTTP и RESTful API;</li> <li>- RPC (Remote Procedure Call);</li> <li>- WebSocket;</li> <li>- MQTT (Message Queuing Telemetry Transport);</li> <li>- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol).</li> </ul>
6	Генераторы высоких нагрузок. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пиковые нагрузки, причины и минимизация последствий;</li> <li>- ddos-атаки и способы защиты от них.</li> </ul>
7	Архитектурные шаблоны высоконагруженных систем. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- шаблон проектирования Cache-Aside;</li> <li>- шаблон проектирования Circuit breaker;</li> <li>- шаблон проектирования Retry pattern;</li> <li>- шаблон проектирования Failover pattern;</li> <li>- шаблон проектирования Throttling;</li> <li>- архитектурные шаблоны Distributed caching, Replication, Message queue и Immutable infrastructure.</li> </ul>
8	Инфраструктура для высоконагруженных систем. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы инфраструктуры высоконагруженных систем;</li> <li>- концепция микросервисной архитектуры и ее роль в высоконагруженных системах;</li> <li>- мониторинг и логирование в инфраструктуре высоконагруженных систем;</li> <li>- масштабирование и балансировка нагрузки в высоконагруженной инфраструктуре;</li> <li>- обеспечение безопасности и защита высоконагруженной инфраструктуры;</li> <li>- использование облачных сервисов и инфраструктуры для высоконагруженных систем.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Мониторинг инфраструктуры и приложений. В результате выполнения практической работы студент получает навык настройки основных инструментов мониторинга для сбора метрик инфраструктуры и приложений.
2	Нагрузочное тестирование и анализ производительности. В результате выполнения практической работы студент получает навык проведения нагрузочного тестирования высоконагруженных систем и анализа их производительности.
3	Асинхронная коммуникация и высокие нагрузки. В результате выполнения практической работы студент получает навык разработки и внедрения очередей и механизмов gate-лимитов для управления нагрузкой на систему.
4	Балансировка нагрузки. В результате выполнения практической работы студент получает навык настройки и использования механизмов балансировки нагрузки для равномерного распределения запросов в системе.
5	Распределенный кеш. В результате выполнения практической работы студент получает навык использования кеша для ускорения доступа к данным в высоконагруженных системах.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	Оптимизация хранения данных. В результате выполнения практической работы студент получает навык выбора и оптимизации хранилищ данных для эффективной работы высоконагруженных проектов, включая репликацию, шардинг и обеспечение консистентности и доступности данных.
7	Защита от DDoS-атак. В результате выполнения практической работы студент получает навык определения и минимизации последствий DDoS-атак, а также настройки механизмов защиты от них в высоконагруженных системах.
8	Инфраструктура высоконагруженных микросервисов. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык построения инфраструктуры высоконагруженных микросервисов.

#### 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 // Лань : электронно-библиотечная система. Учебное пособие	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171496">https://e.lanbook.com/book/171496</a> (дата обращения: 21.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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 // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/123710">https://e.lanbook.com/book/123710</a> (дата обращения: 21.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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. —	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/190719">https://e.lanbook.com/book/190719</a> (дата обращения: 21.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
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 // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/131692">https://e.lanbook.com/book/131692</a> (дата обращения: 21.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) (<http://ibooks.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru/>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

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

Браузер с доступом в интернет

Пакет офисных приложений

IntelliJ IDEA Community Edition

Visual Studio Code

.NET 7

Java 17

Redis

RabbitMQ

Prometheus

Grafana

Kubernetes

Docker

Ansible

Elasticsearch

ELK

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 3 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