

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Порохня Андрей Алексеевич
Должность: И.о. директора института перспективной инженерии
Дата подписания: 19.06.2026 16:00:09
Уникальный программный ключ:
990bea3aeec848c23bd8699e482886c19b190

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора института
перспективной инженерии,
канд. техн. наук, доцент
А.А. Порохня

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Алгоритмы back-end разработки веб-приложений

Направление подготовки	<u>09.03.04 Программная инженерия</u>
Направленность (профиль)	<u>Разработка и сопровождение программного обеспечения</u>
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2026
Реализуется в	4,5 семестрах

Разработал
К.ф.-м.н., доцент, заведующая
межинститутской базовой кафедры
департамента цифровых,
робототехнических систем и
электроники
Новикова Е.Н.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Алгоритмы back-end разработки веб-приложений» является формирование у студентов углубленных алгоритмических компетенций в области промышленной back-end разработки, включая:

- Алгоритмы распределения нагрузки и согласованности в распределенных системах
- Алгоритмы кэширования и управления памятью
- Алгоритмы ограничения частоты запросов и защиты от перегрузок
- Алгоритмы интеграции ML-моделей (кэширование инференса, similarity caching)
- Алгоритмические паттерны обеспечения надежности и отказоустойчивости

Задачи дисциплины:

1. Изучить математические основы алгоритмов распределения нагрузки
2. Освоить теорию и практику алгоритмов кэширования
3. Изучить алгоритмы ограничения частоты запросов (Rate Limiting)
4. Освоить алгоритмы согласованности в распределенных системах
5. Изучить алгоритмы отказоустойчивости и надежности
6. Сформировать знания об алгоритмах интеграции ML-моделей
7. Развить навыки реализации алгоритмов распределения нагрузки
8. Сформировать навыки реализации алгоритмов кэширования
9. Освоить реализацию алгоритмов ограничения частоты запросов
10. Сформировать навыки применения алгоритмов согласованности
11. Развить навыки интеграции алгоритмов ML-инференса
12. Научиться анализировать и сравнивать алгоритмы
13. Освоить методы оценки производительности
14. Обеспечить преемственность с предшествующими дисциплинами
15. Обеспечить базу для углубленного изучения высоконагруженных систем в курсе «Высоконагруженные и распределенные системы»
16. Заложить алгоритмическую основу для курса «Микросервисные технологии» (балансировка, согласованность, rate limiting)
17. Предоставить алгоритмические инструменты для инженерной интеграции ML-моделей перед изучением «Систем искусственного интеллекта»
18. Развить навыки проектирования алгоритмических решений
19. Сформировать навыки документирования и презентации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы back-end разработки веб-приложений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений разделу Профиль «Разработка и сопровождение программного обеспечения» Блока 1 (Б1.В.21.01). Ее освоение происходит в 4 и 5 семестрах.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3.1 Наименование компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 – Способен выполнять проектирование и разработку архитектуры программных систем среднего и крупного масштаба с применением современных паттернов и методов проектирования	ИД-1 _{ПК-2} Выделяет и анализирует функциональные и нефункциональные требования (FURPS+), выбирает архитектурный стиль (монолит, микросервисы, EDA, Clean Architecture) на основе сценариев качества	Способен реализовать Consistent Hashing и Rendezvous Hashing для распределённых кэшей, применять алгоритмы кэширования (2Q, ARC, TinyLFU) и алгоритмы обнаружения отказов (Phi Accrual, Gossip)
ПК-3 – Владеет навыками разработки программного обеспечения: способен реализовывать алгоритмы, писать код на современных языках программирования, создавать веб- и desktop-приложения, работать с базами данных	ИД-1 _{ПК-3} Разрабатывает алгоритмы и реализует их на современных языках программирования (C++, C#, Python, Java, JavaScript/TypeScript, Go) с использованием эффективных структур данных и стандартных библиотек	Способен реализовать алгоритмы вытеснения кэша (LRU, LFU) с O(1) сложностью, алгоритмы распределения нагрузки (SWRR, Power of Two Choices) и rate limiting (Sliding Window, GCRA)
ПК-8 – Способен адаптировать и применять методы искусственного интеллекта и машинного обучения для решения профессиональных задач, включая интеграцию готовых моделей в программные продукты	ИД-3 _{ПК-8} Интегрирует предобученные модели и API ИИ (Hugging Face, OpenAI, YOLO) в программные продукты, разворачивает их как микросервисы (FastAPI, Flask, Streamlit, Docker) и оптимизирует инференс (кэширование, similarity cache, батчинг, асинхронная обработка через очереди)	Способен реализовать similarity caching для эмбедингов с использованием ANN (FAISS), применять алгоритмы батчирования запросов к ML-моделям и настраивать асинхронный пайплайн инференса с очередями

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего 6 з.е. 216 акад.ч.	ОФО
Контактная работа:	108
Лекции/из них практическая подготовка	36
Лабораторных работ/ из них практическая подготовка	72/72
Практический занятий/ из них практическая подготовка	–
Самостоятельная работа	72
Формы контроля:	

Экзамен	5 семестр
---------	-----------

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	Очная форма			Самостоятельная работа, часов
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4 семестр						
1	Алгоритмы распределения нагрузки ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: Реализация Consistent Hashing с виртуальными узлами Сравнительный анализ Consistent Hashing и Rendezvous Hashing Реализация Smooth Weighted Round Robin (SWRR) Вероятностная балансировка: Power of Two Choices Алгоритм обнаружения отказов: Phi Accrual Detection Gossip-протокол для распространения состояния кластера	ПК-2 _{ид-1} ПК-3 _{ид-1} ПК-8 _{ид-3}	6	-	12/12	18
2	Алгоритмы кэширования ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА:	ПК-2 _{ид-1} ПК-3 _{ид-1} ПК-8 _{ид-3}	6	-	12/12	18

	Реализация LRU-кэша с $O(1)$ сложностью Реализация LFU-кэша с aging-механизмом Реализация адаптивного алгоритма 2Q (Two Queues) Реализация ARC (Adaptive Replacement Cache) Приближённый подсчёт частоты: Count-Min Sketch Реализация TinyLFU для приближённого LFU Реализация оптимального алгоритма Беладии (оффлайн-анализ) Распределённое кэширование: имитация работы Memcached-кластера					
3	Алгоритмы ограничения частоты запросов ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: Реализация Token Bucket rate limiter Реализация GCRA (Generic Cell Rate Algorithm) Реализация Sliding Window Counter в Redis Сравнительный анализ алгоритмов rate limiting	ПК-2_{ид-1} ПК-3_{ид-1} ПК-8_{ид-3}	6	-	12/12	18
	ИТОГО за 4 семестр		18	-	36/36	54
5 семестр						
4	Алгоритмы согласованности в распределённых системах ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: Реализация Quorum-алгоритма для распределённого хранилища Реализация Vector Clocks для обнаружения конфликтов Реализация CRDT: G-Counter и PN-Counter Реализация репликации журнала Raft (упрощённая)	ПК-2_{ид-1} ПК-3_{ид-1} ПК-8_{ид-3}	6	-	12/12	18

	Алгоритм разрешения конфликтов Last Write Wins (LWW) Сравнение стратегий репликации: синхронная vs асинхронная					
5	Алгоритмы отказоустойчивости ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: Реализация Exponential Backoff с jitter Реализация Circuit Breaker с тремя состояниями Реализация адаптивного таймаута (по процентилям) Комплексный проект: отказоустойчивый клиент	ПК-2 _{ид-1} ПК-3 _{ид-1} ПК-8 _{ид-3}	6	-	12/12	18
6	Алгоритмы интеграции ML-моделей ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: Реализация similarity cache для ML-инференса Асинхронный инференс через очередь с dynamic batching Кэширование результатов инференса с TTL	ПК-2 _{ид-1} ПК-3 _{ид-1} ПК-8 _{ид-3}	6	-	12/12	18
	ИТОГО за 5 семестр		18	-	36/36	54
	ИТОГО		18	-	72/72	54

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) «Высоконагруженные и распределенные системы» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС

включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически заверченный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений курсови разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в области распознавания образов.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Стецюра, Г. Г. Скоростные ассоциативные операции и алгоритмы управления и обработки данных для распределенных цифровых систем, действующих в условиях неопределенности / Г. Г. Стецюра. — Программные системы: теория и приложения, 2025. — Т. 16, № 2. — С. 81–109.

2. Курносов, М. Г. Алгоритмы коллективных операций стандарта MPI / М. Г. Курносов. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2025. — 287 с. — ISBN 978-5-9912-1149-9.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы

1. Ким, С. Оптимизация вызовов LLM на основе семантического динамического пакетирования и кэширования / С. Ким, М. Ким. — Journal of KIICE, 2026. — Т. 30, № 4. — С. 591.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Math-Net.Ru — Программные системы: теория и приложения : Общероссийский математический портал. URL: <https://www.mathnet.ru/>

2. Вики-конспекты ИТМО — Алгоритмы и структуры данных : Образовательный ресурс Университета ИТМО. URL: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекции используется компьютерная техника, демонстрация презентационных мультимедийных материалов. На практических работах студенты предоставляют подготовленные ими электронные файлы, выполненных заданий.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1.	http://apps.webofknowledge.com – Информационно-аналитическая система «Web of Science»
2.	https://www.scopus.com – Информационно-аналитическая система «Scopus».
3.	https://elibrary.ru/ – Научная электронная библиотека.
4.	https://нэб.рф/ – Национальная электронная библиотека.
5.	https://www.rsl.ru – /Российская государственная библиотека.

Программное обеспечение:

1.	Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). MicrosoftOfficeStandard 2013: договор № 01-за/13 от 25.02.2013г., Лицензирование Microsoft Office https://support.microsoft.com/ru-ru/lifecycle/search/16674 Дата начала жизненного цикла 09.01.2013г.; набор обновлений Office 2013 Service Pack 1 Дата начала жизненного цикла 25.02.2014г., Дата окончания основной фазы поддержки 10.04
2.	Операционная система: Microsoft Windows 10: 2016-08(20), 2017-10(67), 2018-01(18), 2018-04(6), 2018-05(6), 2019-02(7). Бессрочная лицензия. Договоры № 27-за/16 от 02.08.2016. и № 0321100021117000009_229123 от 10.10.2017. На текущий момент окончания поддержки не анонсировано
3.	PostgreSQL, Redis, Docker, Docker Compose, Git

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

Лекционные занятия	1.	Веб-камера Logitech HD Pro WebcamC920 1920[1080Mic USB
	2.	Короткофокусный мультимедиа-проектор Epson
	3.	Магнитно-маркерные доски белые с эмалевой поверхностью CC Magnetoplan
	4.	Монитор 17" TFT Филипс
	5.	Наушники с микрофономCreativeHS-33051EF0290AA001 накладные,черный/серый
	6.	Перс.супер компьют.+монитор+клав.+мышь+каб.ПкCi7-5930K/8D8192D4-2133/K2200/2K40M
Лабораторные занятия	1.	Веб-камера Logitech HD Pro WebcamC920 1920[1080Mic USB
	2.	Наушники с микрофономCreativeHS-33051EF0290AA001 накладные,черный/серый
	3.	Перс.супер компьют.+монитор+клав.+мышь+каб.ПкCi7-5930K/8D8192D4-2133/K2200/2K40M
Самостоятельная	1.	Веб-камераLogitech HD Pro WebcamC920 1920[1080Mic USB

работа	2.	Монитор 17 TFT" Филипс
	3.	Наушники с микрофономCreativeHS-33051EF0290AA001 накладные,черный/серый
	4.	Перс.супер компьют.+монитор+клав.+мышь+каб.ПкСi7-5930K/8D8192D4-2133/K2200/2K40M

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде. Специализированная мебель и технические средства обучения, служащие для представления учебной информации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, научно-исследовательской работы обучающихся (переносной ноутбук, переносной проектор, компьютеры с необходимым программным обеспечением и выходом в интернет).

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной

информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.