

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра математики и цифровых технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.5 Распределенные информационные системы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки
(код и наименование направления подготовки)

Цифровые технологии

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.5 Распределенные информационные системы»
рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математики и цифровых технологий
наименование кафедры

протокол № 7 от "19" марта 2026г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математики и цифровых технологий
наименование кафедры

А.Е. Шухман
расшифровка подписи

Исполнитель:

Доцент кафедры МЦТ
должность

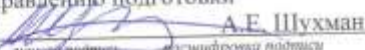

подпись

М.В. Ушакова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки
код наименования


личная подпись

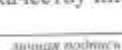
А.Е. Шухман
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов


личная подпись

С.А. Биктимирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству института


личная подпись

С.Н. Морозова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Ушакова М.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Формирование теоретических знаний и практических компетенций в области проектирования, реализации и сопровождения распределённых информационных систем, включая понимание принципов их архитектуры, методов обеспечения согласованности, отказоустойчивости, масштабируемости и безопасности, а также развитие способности применять современные технологии и стандарты для решения прикладных задач в условиях распределённой обработки данных.

Задачи:

- Изучить основные архитектурные модели распределённых информационных систем, протоколы сетевого взаимодействия и методы удалённого вызова процедур.
- Освоить принципы обеспечения согласованности данных в распределённой среде.
- Сформировать практические навыки проектирования и реализации масштабируемых и отказоустойчивых распределённых систем с использованием современных подходов.
- Развить умение обеспечивать безопасность распределённого взаимодействия и организовать мониторинг, логирование и трассировку распределённых приложений.
- Изучить принципы распределённого хранения данных, а также освоить паттерны обработки больших данных в распределённой среде.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.22 Основы программирования, Б1.Д.Б.26 Операционные системы, Б1.Д.В.1 Объектно-ориентированные языки и системы, Б1.Д.В.2 Программная инженерия*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов на основе математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	ПК*-2-В-1 Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования ПК*-2-В-2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования ПК*-2-В-3 Имеет	<u>Знать:</u> современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей распределённых информационных систем (модели согласованности, репликации, консенсуса, балансировки нагрузки); принципы построения математических моделей оценки производительности, отказоустойчивости и задержек в распределённой среде. <u>Уметь:</u> разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей распределённых информационных систем, включая модели выбора лидера, модели распределённой обработки данных; выполнять верификацию разработанных алгоритмов.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	<u>Владеть:</u> практическим опытом разработки и реализации алгоритмов распределённых информационных систем на базе языков программирования; владеет методами оценки эффективности алгоритмов в распределённой среде; владеет инструментальными средствами для симуляции распределённых систем и анализа результатов моделирования.
ПК*-3 Способен выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ПК*-3-В-1 Выполняет проектирование информационного обеспечения информационных систем среднего и крупного масштаба и сложности ПК*-3-В-2 Использует современные информационные технологии, языки программирования для разработки, отладки, тестирования, интеграции программных модулей и компонент разрабатываемого программного обеспечения информационных систем ПК*-3-В-3 Применяет современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ	<u>Знать:</u> методы проектирования информационного обеспечения распределённых информационных систем среднего и крупного масштаба; современные информационные технологии, языки программирования, протоколы взаимодействия и фреймворки для разработки, отладки, тестирования и интеграции программных модулей распределённых систем; знает современные программные среды разработки, системы автоматизации бизнес-процессов, технологии ведения распределённых баз данных и информационных хранилищ. <u>Уметь:</u> выполнять проектирование информационного обеспечения распределённых информационных систем; использовать современные языки программирования и фреймворки для разработки, отладки, модульного и интеграционного тестирования, а также для интеграции программных компонентов распределённых информационных систем через очереди сообщений, REST API и сервисные шины; применять программные среды разработки распределённых систем, настраивать среды автоматизации бизнес-процессов, проектировать и сопровождать распределённые базы данных и информационные для решения прикладных задач организационного управления <u>Владеть:</u> практическими навыками проектирования информационного обеспечения распределённых информационных систем; владеет приёмами разработки, отладки, тестирования и интеграции программных модулей для распределённых систем; владеет инструментальными средствами разработки распределённых информационных систем, методами автоматизации бизнес-процессов и ведения распределённых информационных хранилищ в условиях крупномасштабных организационных систем управления.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	34,25	34,25	68,5
Лекции (Л)	18	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка: проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	73,75	73,75	147,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в распределённые информационные системы	34	6		4	24
2	Архитектурные модели и сетевое взаимодействие	36	6		6	24
3	Параллелизм, синхронизация и алгоритмы консенсуса	38	6		6	26
	Итого:	108	18		16	74

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Распределённое хранение данных и согласованность	36	6		6	24
5	Распределённая обработка данных и потоковые системы	36	6		6	24
6	Отказоустойчивость, мониторинг и безопасность распределённых систем	36	6		4	26
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	216	36		32	148

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение в распределённые информационные системы. Определение и признаки распределённых систем. Историческая эволюция: от централизованных к распределённым. Примеры современных распределённых систем (веб-сервисы, блокчейн, облачные платформы). Основные проблемы и вызовы: масштабируемость, согласованность, отказоустойчивость, безопасность, гетерогенность. Классификация РИС: клиент-серверные, многоуровневые, одноранговые (P2P), микросервисные.

2 Архитектурные модели и сетевое взаимодействие. Архитектурные стили: монолитная, сервис-ориентированная (SOA), микросервисная, событийно-ориентированная (EDA). Модели взаимодействия: синхронное (RPC, REST, gRPC) и асинхронное (очереди сообщений, брокеры). Протоколы сетевого уровня: TCP/UDP, HTTP/HTTPS, AMQP, MQTT. Распределённые системы обнаружения сервисов (Consul, etcd, ZooKeeper, Eureka). API-шлюзы (Gateway) и маршрутизация запросов.

3 Параллелизм, синхронизация и алгоритмы консенсуса. Модели параллельных вычислений в РИС. Проблемы синхронизации: взаимоблокировки (deadlock), голодание (starvation), состояние гонки (race condition). Алгоритмы синхронизации распределённых процессов: логические часы (Lamport), векторные метки. Теорема CAP и её следствия. Теорема BASE. Алгоритмы консенсуса: двухфазный и трёхфазный коммит (2PC, 3PC), Paxos, Raft, Zab. Практические применения: ZooKeeper (атомарные транзакции), etcd, Consul.

4 Распределённое хранение данных и согласованность. Принципы шардирования (горизонтальное партиционирование), алгоритмы распределения данных (хэширование, консистентное хэширование, диапазонное разбиение). Репликация: синхронная и асинхронная, семантика (leader-follower, multi-leader, leaderless). Модели согласованности: строгая (linearizability), последовательная, причинная, событийная (eventual consistency). Распределённые транзакции: ACID vs BASE, распределённые блокировки. NoSQL и NewSQL: категории баз данных, примеры (Cassandra, MongoDB, CockroachDB, Spanner).

5 Распределённая обработка данных и потоковые системы. Модели обработки: пакетная (batch) и потоковая (streaming). Фреймворки пакетной обработки: MapReduce (Hadoop), Apache Spark (RDD, DataFrames). Потоковая обработка: Apache Kafka (очереди, партиции, группы потребителей), Kafka Streams, Apache Flink (event-time processing, водяные знаки, State). Паттерны: CQRS (Command Query Responsibility Segregation), Event Sourcing, Lambda и Kappa архитектуры. Оркестрация ETL-конвейеров: Apache Airflow, dbt.

6 Отказоустойчивость, мониторинг и безопасность распределённых систем. Механизмы обеспечения отказоустойчивости: репликация, контрольные точки (checkpointing), спекулятивное выполнение, автоматическое перепланирование задач, эластичность (эластичные кластеры). Техники упреждающей обработки сбоев: Heartbeat, Watchdog, детекторы сбоев распределённых узлов. Мониторинг и observability: метрики (Prometheus), логи (ELK-стек), трассировка (Jaeger, Zipkin), дашборды (Grafana). Безопасность в РИС: аутентификация (Kerberos, OAuth2, JWT), авторизация (RBAC, ABAC), управление секретами (HashiCorp Vault), шифрование каналов (TLS/mTLS), защита от DDoS-атак и внутренних угроз.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Введение в контейнеризацию: Docker (установка, Dockerfile, образы, контейнеры)	2
2	1	Оркестрация контейнеров с Docker Compose (многоконтейнерное приложение)	2
3	2	Сетевое взаимодействие: клиент-серверное приложение на сокетах (TCP/UDP)	4
4	2	gRPC и REST: реализация удалённого вызова процедур (Protobuf, HTTP-клиенты)	2
5	3	Логические часы Лампорта и векторные метки (симуляция)	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		распределённой синхронизации)	
6	3	Алгоритм консенсуса Raft (эмуляция выбора лидера на Python/Go)	4
7	4	Распределённое хранение данных: установка и настройка кластера MongoDB (репликация)	4
8	4	Шардирование и консистентное хэширование (симуляция на примере Cassandra или Redis Cluster)	2
9	5	Очереди сообщений: Apache Kafka (продюсеры, консюмеры, группы партиций)	4
10	5	Потоковая обработка: Kafka Streams или Spark Structured Streaming (окна, водяные знаки)	2
11	6	Обнаружение сервисов и балансировка нагрузки (Consul + Traefik / HAProxy)	2
12	6	Мониторинг и трассировка: Prometheus + Grafana + Jaeger (инструментирование приложения)	2
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Щелоков, С. А. Проектирование распределенных информационных систем [Текст] : курс лекций: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100.68 Информатика и вычислительная техника / С. А. Щелоков, Е. Н. Чернопрудова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. прогр. обеспечения вычисл. техники и автоматизир. систем. - Оренбург : Университет, 2013. - 195 с. : ил. - Библиогр.: с. 194-195. - ISBN 978-5-4417-0332-1.

2 Клейменов, С. А. Администрирование в информационных системах [Текст] : учеб. пособие / С. А. Клейменов, В. П. Мельников, А. М. Петраков. - М. : Академия, 2008. - 272 с. - Библиогр.: с. 267-268. - ISBN 978-5-7696-4708-9.

3 Линев, А. В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур [Текст] : учеб. для вузов / А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастратов; под ред. В. П. Гергеля ; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. - 153 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование / Суперкомпьютер. консорциум ун-тов России). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-211-05962-7.

5.2 Дополнительная литература

1 Ушаков, Ю. А. Администрирование в информационных системах [Электронный ресурс] : лабораторный практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 27.03.03 и 27.04.03 Системный анализ и управление, 27.03.04 Управление в технических системах, 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 02.00.00 Компьютерные и информационные науки, 10.00.00 Информационная безопасность, 09.00.00 Информатика и вычислительная техника / Ю. А. Ушаков, М. В. Ушакова, А. Л. Коннов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 1. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 9.84 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 143 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/63264_20180227.pdf - ISBN 978-5-7410-1947-4.

2 Эндрюс, Г. Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования = Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming [Текст] / Г. Р. Эндрюс. - М. : Вильямс, 2003. - 512 с. - Парал. тит. л. на англ. яз.. - Предм. указ.: с. 496-505. - ISBN 5-8459-0388-2

5.3 Интернет-ресурсы

<https://study.selectel.ru/admincourse> - «Академия Selectel», курс «Системный администратор Linux с нуля»

<https://stepik.org/course/258122/promo?search=9202279986> - «Stepik», Образовательная платформа, курс «Основы брокеров сообщений на примере Kafka и RabbitMQ»

<https://stepik.org/course/253174/promo?search=9105303427> - «Stepik», Образовательная платформа, курс «Знакомство с Docker»

<https://stepik.org/course/125248/promo?search=9202276242> - «Stepik», Образовательная платформа, курс «Основы работы с Git и GitHub»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС для рабочих станций, имеется лицензия, входит в реестр отечественного ПО. – Режим доступа: <https://redos.red-soft.ru/>

2. LibreOffice – свободно распространяемый офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения. – Режим доступа: <https://ru.libreoffice.org/>

3. Программа для просмотра сайтов Яндекс.Браузер, свободно распространяемая, входит в реестр отечественного ПО. – Режим доступа: <https://yandex.ru/>

4. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle». – Режим доступа: <http://moodle.osu.ru>

5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования (АИССТ). – Режим доступа: <https://aist.osu.ru/cgi-bin/auth.cgi>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.