МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
директор Политехнического института
_____ Т.В. Тощев
3 сентября 2026 г.

Проектирование распределенных информационных систем

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за **Высшая школа Цифровых технологий**

Учебный план g090404_26_1 пи_оаирп.plx
Направление подготовки 09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия
Магистерская программа "Основы анализа и разработки приложений с большими объемами распределенных данных"

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному 144

в том числе:

аудиторные занятия 38

самостоятельная 70

Виды контроля в семестрах:

экзамен 2

курсовая работа 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**2 (1.2)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	26	26	26	26
Контактная работа в период экзаменационной	0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	38	38	38	38
Контактная работа	38,3	38,3	38,3	38,3
Сам. работа	70	70	70	70
Часы на контроль	35,7	35,7	35,7	35,7
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
ст. преподаватель, Беляев Артем Александрович; ст. преподаватель, Гайдамако В.В. _____

Рецензент(ы):
к.т.н., доцент, Осмонов М.С. _____

Согласовано РОП: Лыченко Н.М.
_____

Рабочая программа дисциплины
Проектирование распределенных информационных систем

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 932)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия
Магистерская программа "Основы анализа и разработки приложений с большими объемами распределенных данных"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании ВШ Цифровых технологий

Протокол от 02.09.2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2028 уч.г.
Руководитель подразделения: Хмелева Ирина Владимировна

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Проектирование распределенных информационных систем

_____ *наименование дисциплины*

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью изучения дисциплины является подготовка специалистов, обладающих фундаментальными знаниями и практическими навыками в области построения распределённых информационных систем и сетей, программной инженерии, теории и практики руководства проектами по созданию распределённых информационных систем. Изучаются взаимодействие компонентов по сети (RPC), распределённые файловые системы, синхронизация времени, согласованность и репликация данных, распределённые транзакции, алгоритмы консенсуса Paxos и Raft, отказоустойчивость, масштабируемые хранилища Key/Value, обработка больших объёмов данных, потоков и графов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Для освоения дисциплины требуются знания и умения, полученные в ходе подготовки бакалавра по направлению 09.03.04 «Программная инженерия»: алгоритмы и структуры данных, программирование, операционные системы, базы данных, компьютерные сети и основы архитектуры программного обеспечения. В исходной РПД указаны дисциплины ООП бакалавриата по направлению 09.03.04.
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Результаты изучения дисциплины могут использоваться при изучении информационной безопасности открытых систем, облачных инфраструктур и сервисов, проектировании высоконагруженных систем, разработке программно-информационных систем, тестировании и обеспечении качества ПО, выполнении практик, курсовой работы и магистерской диссертации. Названия дисциплин-последователей приведены по исходной РПД 2019–2020 года и должны быть сверены с действующим учебным планом.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем;	
Знать:	
Уровень 1	Основные компоненты программного и аппаратного обеспечения распределённых информационных систем, способы сетевого взаимодействия и хранения данных.
Уровень 2	Архитектурные и алгоритмические решения для репликации, консенсуса, отказоустойчивости и масштабирования распределённых систем.
Уровень 3	Методы разработки и модернизации распределённых программных компонентов, контроля их корректности, согласованности и производительности.
Уметь:	
Уровень 1	Использовать технологии сетевого программирования и стандартные компоненты распределённых информационных систем.
Уровень 2	Проектировать и реализовывать реплицируемые сервисы, Key/Value хранилища и компоненты обработки распределённых данных.
Уровень 3	Обосновывать архитектуру, модернизировать компоненты и проводить проверку отказоустойчивости и согласованности распределённого приложения.
Владеть:	
Уровень 1	Практическими приёмами разработки и отладки сетевых приложений и взаимодействующих сервисов.
Уровень 2	Навыками прототипирования распределённых компонентов, анализа журналов и тестирования отказов.
Уровень 3	Навыками проектирования, модернизации и экспериментальной оценки распределённых программно-информационных систем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Знать: базовые принципы построения распределённых информационных систем; технологии взаимодействия компонентов по сети и удалённого вызова процедур; особенности NFS/AFS; механизмы синхронизации времени и логических часов; распределённые транзакции и двухфазный коммит; модели согласованности и репликации; алгоритмы консенсуса, Paxos и Raft; отказоустойчивость и масштабирование; обработку распределённых потоков, графов и больших данных; основные процедурные, объектные и компонентные подходы к проектированию распределённых систем.
3.2	**Уметь:**

3.2.1	Уметь: применять механизмы современных операционных систем и сетевых интерфейсов для реализации распределённых приложений; проектировать компоненты RPC и сетевое взаимодействие; реализовывать приложения с использованием MapReduce и Raft, распределённых хранилищ Key/Value и файловых хранилищ; выбирать стратегии репликации, партиционирования и согласованности; проектировать отказоустойчивую архитектуру; анализировать проблемы конкурентного доступа (OCC, MVCC) и распределённых транзакций; разрабатывать решения для обработки потоков и графов.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Владеть: навыками применения инструментальных программных средств для построения распределённых систем; навыками проектирования и реализации сетевых клиент-серверных сервисов, прототипов распределённых хранилищ и согласованных реплик; способами экспериментальной проверки корректности, масштабируемости и отказоустойчивости; методами документирования архитектуры, протоколов взаимодействия, программных экспериментов и результатов тестирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Архитектура и сетевое взаимодействие распределённых систем							
1.1	Распределённые системы: архитектура, сетевые файловые системы NFS/AFS, RPC, физическое время и логические часы. /Лек/	2	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	1		Обсуждение технологий сетевого взаимодействия
1.2	Практическая работа № 1. Разработка клиент-серверного приложения с удалённым вызовом процедур и многопоточностью. /Пр/	2	4	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
1.3	Самостоятельная работа. Реализация Echo Server и исследование обработки запросов, ошибок сети и времени отклика. /Ср/	2	12	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
	Раздел 2. Согласованность, консенсус и отказоустойчивость распределённых систем							
2.1	Согласованность и консенсус: невозможность FLP, алгоритмы Paxos и Raft, реплицируемые машины состояний и византийские отказы. /Лек/	2	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	1		Дискуссия о безопасности и живучести
2.2	Резервирование primary–backup, двухфазная фиксация (2PC), основы отказоустойчивости и восстановления после сбоев. /Лек/	2	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
2.3	Практическая работа № 2. Прототип реплицируемой машины состояний, primary–backup, двухфазный коммит и моделирование Raft. /Пр/	2	6	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	2		Разбор конкретных ситуаций
2.4	Самостоятельная работа. Анализ алгоритма Raft, моделей отказов, репликации журнала и тестовых сценариев сбоев. /Ср/	2	14	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
	Раздел 3. Масштабируемость, распределённые транзакции и Key/Value-хранилища							

3.1	Пиринговые системы и распределённые хеш-таблицы; масштабируемые сервисы Key/Value и возможная согласованность. /Лек/	2	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.2	Сильная и причинная согласованность, теорема CAP, контроль конкурентности OCC/MVCC, распределённые транзакции. /Лек/	2	1	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	1		Обсуждение решений облачных систем
3.3	CDN, блокчейн и распределённые сети; безопасность данных, стратегии масштабирования и разрешения конфликтов. /Лек/	2	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	1		Обсуждение распределённых сетей
3.4	Практическая работа № 3. Прототип масштабируемого распределённого Key/Value-сервиса с интерфейсом API. /Пр/	2	6	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.5	Практическая работа № 4. Моделирование транзакций, конкурентного доступа OCC/MVCC, блокировок и разрешения конфликтов. /Пр/	2	6	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.6	Самостоятельная работа. Отказоустойчивый Key/Value-сервис: партиционирование, репликация и сравнение стратегий согласованности. /Ср/	2	14	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
	Раздел 4. Распределённая обработка больших данных, графов и потоков							
4.1	Архитектуры MapReduce и распределённой обработки; потоковые системы, обработка графов, планирование заданий кластера. /Лек/	2	2	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
4.2	Практическая работа № 5. Обработка потоковых данных и исследование планирования задач распределённого кластера. /Пр/	2	4	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	2		Разбор производительности на конкретных примерах
4.3	Самостоятельная работа. Исследование MapReduce, интерфейсов map/reduce и их отказоустойчивости. /Ср/	2	10	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
4.4	Самостоятельная работа. Реализация шардированного Key/Value-сервиса и экспериментальная оценка масштабируемости на больших наборах данных. /Ср/	2	20	ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
4.5	Экзамен /КрЭк/	2	0,3					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ (ЗНАТЬ):
1. Цели распредленных систем
2. Технология Map-Reduce
3. Назначение распредленных файловых систем NFS, AFS
4. Синхронизация данных в AFS, NFS и согласованность

5. Архитектура NFS
6. NFS с состоянием и без
7. Кэширование в NFS
8. Различные уровни взаимодействия в сети
9. RPC - архитектура
10. Схемы согласовнности (At-Least-Once, At-Most-Once, Exactly-once)
11. Синхронизация времени в распределенных системахю Wall Clock Time
12. Синхронизация времени в распределенных системахю Lamport
13. Синхронизация времени в распределенных системахю Vector
14. Первичный бэкап. Цели, Машина состояний, Атомарные операции
15. Отказоустойчивость. Jосновные вехи
16. Безопасность и живучесть распредленных систем
17. Распределенные транзакции. Двухвазовый комит
18. Консенсус в распределенных системахю Модели распредленных систем
19. Консенсус FLP
20. Paxos
21. Srawman
22. Raft
23. Системы точка-точка. Рапсредленные Хэш таблицы. Сервисы поиска
24. Отказоустойчивость систем точка-точка
25. Возможная согласованность. Bayou
26. Масштабирование систем. Партиционирование. Хэши. Храннилища Ключ/Значение
27. Сильная согласованность данных и CAP теорема
28. Причинная согласованность
29. Контроль конкуренции, блокировки и восстановление
30. Биткоин и блокчейн
31. Сети распространения данных
32. Обработка графов больших данных
33. Обработка рапредленных потоковых данных

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ВОПРОСЫ (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ):
1. Программные интерфесы map-reduce
2. Оптимизация map-reduce
3. Отказоустойчивость map-reduce
4. Реализация основных компонентов map-reduce
5. Натройка NFS в сети
6. Безопасность в NFS
7. Согласованность кэша NFS
8. Сокеты как средство коммуникации
9. Реализация RPC и схемы согласованности
10. Синзронизация времени. Протоколы
11. Хранение времени в распредленных системах
12. Реалищация первичного бэкапа в гипервизорах
13. Двухфазовый комит. Реализация.
14. Реализация Paxus
15. Реализация Raft
16. Реализация BitTorrent системы. Распредленное хранение и хэши
17. Партиционирование хранилищ ключ-значение
18. Рапределенные транзакции - (OCC, MVCC). Сериализуемость. Множество версий данных
19. Разрешение кофнликтов в распределенных системах. Критография
20. Реализация CDN для веб приложений
21. Планирование кластеров

Форма промежуточной аттестации по учебному плану 2026–2027 года: экзамен (в PDF 2019–2020 года — зачёт с оценкой).

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Лабораторные работы учебным планом 2026–2027 года не предусмотрены. Лабораторные по характеру программные задания выполняются в составе практических занятий.

5.3. Фонд оценочных средств

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (на основе тем практических занятий из раздела 4 исходной РПД; часы приведены по плану 2026–2027 г.):
1. Разработать и проверить прототип удалённого вызова процедур (RPC), обеспечить передачу сообщений и обработку сетевых ошибок.
2. Реализовать прототип первичного/резервного узла и процедуру двухфазного коммита; исследовать поведение при отказе. Рассмотреть реплицируемую машину состояний и Raft.
3. Разработать масштабируемое хранилище «ключ–значение» и экспериментально проверить доступ и операции с данными.
4. Изучить и реализовать алгоритмы контроля конкурентного доступа к данным (OCC/MVCC) и разрешения конфликтов в распределённых транзакциях.

5. Разработать/исследовать обработчик потоковых данных и сценарии планирования вычислений в кластере.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА: MapReduce; Echo Server; реализация/анализ Raft; отказоустойчивый Key/Value сервис; шардированный Key/Value сервис.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)
•Проекты с многопользовательским компонентом в режиме реального времени, которые подходят для реализации протокола Paxos. Можно использовать отдельных пользователей в кворуме Paxos, либо использовать Paxos для реплицированного состояния, в котором хранятся обновления состояний системы.
•Совместное редактирование документов в стиле документов Google. Система должна поддерживать редактирование и просмотр в режиме реального времени несколькими участниками. Для отказоустойчивости должны поддерживаться множественные реплики. Кэширование и/или миграция копий могут быть полезны для минимизации времени отклика приложения.
•Игры-симуляции, в стиле The Sims или Farmville. Состояние системы должно быть разделено пространственно, с репликацией для отказоустойчивости.
•Многопользовательская игра в режиме реального времени.
•Система бронирования авиабилетов. Каждая авиакомпания будет поддерживать собственную коллекцию серверов с достаточной репликацией состояния, чтобы обеспечить автоматическое переключение. Должна быть возможность забронировать путешествие, в котором участвуют несколько авиакомпаний.
•Система регистрации с малым временем задержки. Например, просмотр множества RSS-каналов и отправка всем подписчикам почтовых уведомлений при обновлении. Интерфейс взаимодействия как обычными RSS-каналами, так и с сервисом обновления новостей Google. Требуется реализация репликации и разбиения состояний системы мониторинга так, чтобы она могла масштабироваться и выдерживать сбои узлов.
•Проекты с участием множества агентов или пользователей, которые координируют свои обновления, и которые могут отображаться на карте (например, Карты Google). Можно интегрировать с Google Maps, Yandex Map, 2GIS и т.д.. API этих систем помогают упростить работу с графическим интерфейсом.
•Большие проекты, связанные с созданием приложений и игр для Android и iOS.
•Внедрение распределенной файловой системы, которая делает что-то интересное. Возможно, хранение MP3-файлов или фильмов. Или, возможно, для чего-то совершенно другого.

Примечание: подробные индивидуальные задания к практическим работам, критерии оценивания и технологическая карта в PDF указаны как приложения, но не входят в предоставленный файл.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Текущий контроль: выполнение и защита практических работ, устный опрос и обсуждение программной реализации, проверка самостоятельной работы. Рубежный контроль: письменные контрольные задания по трём разделам. Промежуточная аттестация в соответствии с планом 2026–2027 года: экзамен во 2-м семестре; курсовая работа во 2-м семестре (защита). Ранее действовавший зачёт с оценкой из РПД 2019–2020 года не переносится.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Цехановский В. В., Чертовской В. Д.	Распределённые информационные системы: учебник для вузов. 2-е изд., стер. —978-5-8114-8732-5.	Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 240 с. ISBN
Л1.2	Клеппман М.	Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. —978-601-08-3514-6.	Питер, 2026. — 640 с. ISBN
Л1.3	Коваленко В. В.	Проектирование информационных систем: учебное пособие	Москва: Форум; НИЦ ИНФРА-М, 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Tanenbaum A. S., van Steen M.	Distributed Systems: Principles and Paradigms	Pearson, 2nd edition, 2006
Л2.2	Birman K. P.	Guide to Reliable Distributed Systems: Building High-Assurance Applications and Cloud-Hosted Services	Springer, 2012
Л2.3	Фаулер М.	Шаблоны корпоративных приложений	Москва: Вильямс, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters	https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall16/cos4
Э2	The Design of a Practical System for Fault-Tolerant Virtual Machines	https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall16/cos4
Э3	In Search of an Understandable Consensus Algorithm (Raft)	https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall16/cos4

Э4	Practical Byzantine Fault Tolerance	https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall16/cos4

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Лекционные занятия с компьютерными презентациями и обсуждением архитектурных решений; практические занятия в компьютерном классе; проблемно-ориентированные дискуссии и анализ конкретных ситуаций (case study); командное и индивидуальное программирование; самостоятельное изучение литературы и технической документации; тестирование распределённых компонентов и защита отчётов по практическим работам. Интерактивные часы: 4 ч лекций и 4 ч практических занятий по актуальному учебному плану.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	Операционные системы Linux и/или Windows; компиляторы и среды разработки программных приложений (C#, C++, Java, Go, Python — по выбору преподавателя и обучающегося); программные библиотеки для сокетов и RPC; средства виртуализации и/или контейнеризации; инструменты моделирования распределённых сервисов и протоколирования событий; средства подготовки текстовых документов, таблиц, презентаций. В РПД 2019–2020 года отдельно названа Microsoft Visual Studio 2015/2017 Community Edition (C#).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Компьютерный класс и аудитория с презентационным оборудованием, проектор, доступ к локальной сети и Интернету. Для практических работ желательно использование учебных серверов/виртуальных машин Linux для развертывания нескольких взаимодействующих узлов. В исходной РПД приводится пример серверной конфигурации: 3×(32 ГБ RAM, 6×HDD 2 ТБ, i7/Xeon). Фактическое наличие указанной аппаратуры в КРСУ требует подтверждения.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Перед практическим занятием обучающийся изучает теоретические вопросы, техническую документацию и индивидуальное задание. Работа выполняется на ПК и сопровождается отчётом в электронной или письменной форме: цель, постановка задачи, архитектура и схемы взаимодействия, алгоритмы, исходный код или ссылки на него, результаты испытаний, выводы. Защита проводится как собеседование по теории и программной реализации. Рубежный контроль — письменные задания по материалам разделов. Курсовая работа предусматривает разработку прототипа распределённого приложения, испытание устойчивости к сбоям и защиту технического отчёта. В исходной РПД упоминаются приложения 1–3 с подробными заданиями и техкартой; в предоставленном PDF они отсутствуют, поэтому в данную версию не копируются.