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

Высшая школа цифровых технологий

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Проектирование распределённых информационных систем»

Уровень высшего образования: МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки: 09.04.04 (РФ) / 710400 (КР) -Программная инженерия

Магистерская программа: «Основы анализа и разработки приложений с большими объёмами распределённых данных»

Квалификация: магистр

Фонд оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения дисциплины «Проектирование распределённых информационных систем» обучающимися магистратуры по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден
на заседании Высшей школы Цифровых технологий протокол №1 от 02.09.26

Директор Высшей школы Цифровых технологий:

к.т.н., доцент Хмелева И.В.

Руководитель образовательной программы:

д.т.н., профессор Лыченко Н.М.

Исполнители (разработчики):

ст. преподаватель Беляев А.А.

СОГЛАСОВАНО:
Зам. директора по учебной работе
Политехнического института КРСУ Комарцов Н.М.

Раздел 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Формируемая компетенция: ОПК-5 -способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.

Формируемые компетенции / индикаторы	Планируемые результаты обучения	Виды оценочных средств / блок
ОПК-5.1. Знает	Знать: архитектуру распределённых информационных систем; сетевые протоколы и RPC; распределённые файловые системы; репликацию и модели согласованности; механизмы консенсуса Paxos/Raft, масштабирования, транзакций и обработки больших данных.	Блок A -устный опрос; контрольные работы № 1–4; блок D -теоретические вопросы экзамена.
ОПК-5.2. Умеет	Уметь: проектировать взаимодействие компонентов, сетевые API, реплицируемые сервисы и Key/Value-хранилища; применять механизмы распределённых транзакций, партиционирования, обработки потоков и графов; анализировать конкурентный доступ и отказы.	Блок B -практические работы № 1–5; практические задания на контрольных работах; блок D -ситуационное задание экзамена.
ОПК-5.3. Имеет навыки	Владеть: навыками проектирования и отладки клиент-серверных приложений, прототипирования распределённых компонентов, проведения испытаний отказоустойчивости, анализа журналов и количественной оценки производительности.	Блок C -практико-ориентированные задания, выполнение и защита курсовой работы; блок D -практическая часть экзамена.

В рамках дисциплины все три индикатора ОПК-5 формируются последовательно: теоретическое знание проверяется блоком A, применение методов -блоком B, самостоятельное проектирование и экспериментальная проверка -блоком C.

Раздел 2. Технологическая карта дисциплины «Проектирование распределённых информационных систем»

Курс 1, семестр 2. Трудоёмкость -4 ЗЕТ (144 часа). Промежуточная аттестация -экзамен. Количество учебных модулей -4

Название модуля дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	Зачётный минимум	Зачётный максимум	График контроля (неделя)
1. Архитектура и сетевое взаимодействие распределённых систем	Текущий	Защита практической работы № 1 (RPC); устный опрос	4	8	26
	Рубежный	Контрольная работа № 1: архитектура распределённых систем и сетевое взаимодействие	6	8	26
2. Согласованность, консенсус и отказоустойчивость распределённых систем	Текущий	Защита практической работы № 2 (primary–backup, Raft, 2PC)	4	8	30
	Рубежный	Контрольная работа № 2: согласованность, консенсус и восстановление	6	8	30

3. Масштабируемость, распределённые транзакции и Key/Value-хранилища	Текущий	Защита практических работ № 3 и № 4 (Key/Value, OCC/MVCC)	6	10	34
	Рубежный	Контрольная работа № 3: масштабирование, CAP, конкуренция и транзакции	4	8	34
4. Распределённая обработка больших данных, графов и потоков	Текущий	Защита практической работы № 5 и результатов самостоятельной работы	4	10	37
	Рубежный	Контрольная работа № 4: MapReduce, обработка потоков и графов	6	10	37
ВСЕГО за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (экзамен)		Ответы на вопросы билета и решение практической задачи	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Технологическая карта курсовой работы

Курсовая работа предусмотрена учебным планом во 2-м семестре и оценивается отдельно от экзамена. Максимальный рейтинг -100 баллов.

Наименование	**Контроль**	**Форма контроля**	**Минимум**	**Максимум**	**График**
Курсовая работа	Текущий	Постановка задачи, техническое задание, архитектура, спецификация интерфейсов и план экспериментов	20	35	34
	Рубежный	Работающий программный прототип, тестирование сбоев, пояснительная записка	20	35	37
	Промежуточный	Защита курсовой работы: демонстрация и ответы на вопросы	20	30	сессия
ВСЕГО			60	100	

Раздел 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения

Блок А -задания репродуктивного уровня (ЗНАТЬ)

Модуль 1. Контрольная работа № 1. Архитектура и сетевое взаимодействие распределённых систем

1. Цели, свойства, достоинства и ограничения распределённых систем. Архитектурные модели.
2. Клиент-серверная архитектура и взаимодействие между компонентами через сеть.
3. Назначение и принципы работы сетевых файловых систем NFS и AFS.
4. Согласованность кэша и обмен данными в распределённых файловых системах.
5. Архитектура NFS. Сервер с состоянием и без состояния (stateful/stateless).
6. Кэширование: влияние задержек сети, повторные запросы и согласованность.
7. Удалённый вызов процедур (RPC): интерфейс, сериализация, транспорт, ошибки.
8. Семантики at-most-once, at-least-once и ограничения exactly-once.
9. Физическое время и способы синхронизации часов в распределённой системе.

Типовое задание контрольной работы: Схематично показать путь запроса от клиента к серверу RPC, описать сериализацию, тайм-аут и повторный вызов.

Модуль 2. Контрольная работа № 2. Согласованность, консенсус и отказоустойчивость

1. Логические часы Лэмпорта. Отношение «произошло раньше».
2. Векторные часы и обнаружение причинно-связанных и параллельных событий.
3. Модели сбоев: сбой узла, сбой сети, византийский отказ.
4. Резервирование primary–backup и согласование состояний реплик.
5. Консенсус: постановка задачи и свойства безопасности и живучести.
6. Теорема FLP: содержание и пределы применимости.
7. Paxos: роли и основные этапы протокола.
8. Raft: выбор лидера, репликация журнала, подтверждение записи.
9. Реплицируемая машина состояний: назначение и требования к детерминизму.
10. Двухфазная фиксация транзакции (2PC) и проблема блокировки при сбое.

Типовое задание контрольной работы: Построить схему выборов лидера Raft при отказе одного узла и обосновать наличие кворума.

Модуль 3. Контрольная работа № 3. Масштабируемость, распределённые транзакции и Key/Value-хранилища

1. Пиринговые архитектуры и распределённые хеш-таблицы (DHT).
2. Партиционирование и хеширование данных; распределение ключей.
3. Сильная, причинная и возможная согласованность. Пример Bayou.
4. Теорема CAP. Применимость при сетевых разделениях.
5. Архитектура и API распределённого Key/Value-хранилища.
6. Контроль конкуренции: блокировки, оптимистический контроль (OCC).
7. Многоверсионность данных (MVCC), изоляция и конфликт транзакций.
8. Методы разрешения конфликтов реплик и восстановления данных.
9. Распределённые CDN, блокчейн и вопросы доверия и безопасности.

Типовое задание контрольной работы: Сравнить стратегии партиционирования трёхузлового Key/Value-хранилища и показать сценарий конфликта записей.

Модуль 4. Контрольная работа № 4. Распределённая обработка больших данных, графов и потоков

1. Модель MapReduce: стадии Map, Shuffle, Reduce, параллелизм задач.
2. Отказоустойчивость и перезапуск задач в обработке больших данных.
3. Архитектуры обработки потоковых данных и требования ко времени реакции.
4. Обработка графов в распределённых системах: специфика разбиения графа.
5. Планирование задач кластера, балансировка нагрузки и метрики производительности.

Типовое задание контрольной работы: Предложить схему MapReduce для подсчёта частот слов; указать этапы и точки возможного отказа.

Блоки B и C -практические задания (УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ)

Практическая работа № 1. Разработка клиент-серверного приложения с RPC и многопоточностью

1. Разработать сервер и не менее двух клиентов с обменом типизированными запросами по сети.
2. Описать контракт RPC: операции, данные, коды ошибок, тайм-ауты и идентификаторы запросов.
3. Обеспечить параллельную обработку двух клиентов и воспроизвести потерю связи/повтор запроса.
4. Представить код, диаграмму взаимодействия, протокол испытаний и вывод о семантике повторов.

Форма отчётности: исходный код / модель, архитектурная схема, результаты испытаний, анализ ошибок и выводы. Защита -демонстрация и ответы на вопросы преподавателя.

Практическая работа № 2. Репликация primary–backup, 2PC и моделирование Raft

1. Построить модель распределённого сервиса из трёх узлов и определить роли участников.
2. Продемонстрировать выбор лидера и подтверждение записи большинством (Raft либо учебная модель).
3. Смоделировать отказ узла и восстановление после возвращения в кластер.
4. Сопоставить поведение консенсуса и 2PC при отказе координатора; оформить схему и журнал.

Форма отчётности: исходный код / модель, архитектурная схема, результаты испытаний, анализ ошибок и выводы. Защита -демонстрация и ответы на вопросы преподавателя.

Практическая работа № 3. Масштабируемый распределённый Key/Value-сервис

1. Создать API для операций PUT, GET, DELETE над записями «ключ -значение».
2. Распределить ключи по двум узлам и показать поведение при добавлении третьего узла.
3. Реализовать базовый механизм репликации или восстановления из журнала.
4. Привести таблицу тестов (в том числе при отказе) и оценить затраты на перераспределение ключей.

Форма отчётности: исходный код / модель, архитектурная схема, результаты испытаний, анализ ошибок и выводы. Защита -демонстрация и ответы на вопросы преподавателя.

Практическая работа № 4. Конкурентный доступ, OCC/MVCC и распределённые транзакции

1. Построить сценарий двух одновременно выполняемых операций, приводящих к конфликту записи.
2. Показать разрешение конфликта с блокировкой, OCC или MVCC, сравнив результаты.
3. Смоделировать фиксацию или откат распределённой транзакции; зарегистрировать состояния.
4. Представить трассы/журналы, сценарии тестирования, вывод о корректности и ограничениях.

Форма отчётности: исходный код / модель, архитектурная схема, результаты испытаний, анализ ошибок и выводы. Защита -демонстрация и ответы на вопросы преподавателя.

Практическая работа № 5. Обработка потоковых данных и исследование планирования задач кластера

1. Построить потоковый конвейер приёма, преобразования и агрегирования событий.
2. Организовать обработку задач на двух исполнителях и выбрать правило распределения нагрузки.
3. Измерить пропускную способность и время реакции на двух размерах потоков.
4. Воспроизвести отказ исполнителя, оценить потери/повторы событий; оформить результаты и выводы.

Форма отчётности: исходный код / модель, архитектурная схема, результаты испытаний, анализ ошибок и выводы. Защита -демонстрация и ответы на вопросы преподавателя.

Дополнительные задания для самостоятельной работы

1. Реализовать учебный Echo Server; сравнить последовательный и параллельный режимы обработки запросов.
2. Смоделировать выбор лидера Raft при последовательных отказах узлов и привести хронологию событий.
3. Разработать испытания отказоустойчивого Key/Value-сервиса с проверкой согласованности реплик.
4. Построить MapReduce-конвейер для подсчёта частот и оценить влияние числа исполнителей.
5. Реализовать шардирование Key/Value-хранилища и сравнить среднее время ответа при росте данных.

Блок C -курсовая работа (практико-ориентированный / исследовательский уровень)

Примерные темы курсовых работ

1. Сервис совместного редактирования документов с репликацией и разрешением конфликтов.
2. Распределённая система бронирования ресурсов с согласованием транзакций.
3. Многопользовательская игра реального времени с распределённым хранением состояния.
4. Реплицируемый Key/Value-сервис с алгоритмом Raft и тестированием отказов.
5. Распределённое файловое хранилище с фрагментацией и восстановлением данных.
6. Система мониторинга обновлений и уведомлений с разделением нагрузки.
7. Сервис коллективной работы географически распределённых агентов.
8. Система потоковой обработки событий с балансировкой и повторной обработкой.
9. Прототип системы маршрутизации и кэширования контента по принципам CDN.

Типовое задание. Разработать функционирующий прототип распределённого программного сервиса (не менее двух логических узлов), сформулировать требования, построить архитектуру и модели взаимодействия, обосновать способ согласования или распределения данных, провести тестирование нормального режима и минимум двух аварийных сценариев, оценить производительность и сделать обоснованные выводы.

Обязательные результаты: (1) работающий прототип ПО; (2) пояснительная записка с постановкой задачи, анализом аналогов, архитектурой, алгоритмами, тестами и результатами экспериментов; (3) демонстрация и защита.

Блок D -промежуточный контроль (экзамен)

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ: перечни вопросов контрольных работ четырёх модулей (блок А) в полном объёме.

Задачи для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ: спроектировать интерфейс RPC; построить схему консенсуса; смоделировать конфликт транзакций; обосновать партиционирование; построить план обработки потока/графа с анализом отказов.

Примеры экзаменационных билетов

Экзаменационный билет № 1

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Архитектура RPC и семантики повторного вызова.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Логические и векторные часы.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Спроектировать обработку повторного запроса записи в сетевом сервисе: указать идентификатор операции, протокол и тест.

Экзаменационный билет № 2

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): FLP и ограничения консенсуса.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Raft: выбор лидера и репликация журнала.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Изобразить работу 3-узлового кластера при отказе лидера, указать требуемое большинство.

Экзаменационный билет № 3

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): CAP и модели согласованности.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): OCC и MVCC: сравнение механизмов.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Для двух одновременных изменений записи описать конфликт и алгоритм предотвращения потери обновления.

Экзаменационный билет № 4

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Партиционирование Key/Value-хранилища.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Распределённая транзакция и 2PC.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Показать распределение пяти ключей по трём узлам и сценарий отказа координатора транзакции.

Экзаменационный билет № 5

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): MapReduce: этапы выполнения.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Обработка распределённых потоков.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Спроектировать подсчёт событий по ключам и стратегию повторной обработки после отказа исполнителя.

Экзаменационный билет № 6

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): NFS/AFS: согласованность кэша.

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ): Отказоустойчивость primary–backup.

3. Практическое задание (УМЕТЬ / ВЛАДЕТЬ): Спроектировать реакцию распределённого файлового сервиса на разрыв связи и процедуру восстановления.

Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Оценивание проводится на этапах текущего, рубежного и промежуточного контроля. Результаты работ и экзамена суммируются в соответствии с технологической картой. Защита курсовой работы имеет отдельный рейтинг.

4.1. Текущий контроль: практические работы

Практическая работа принимается после демонстрации выполнения индивидуального задания и собеседования. Преподаватель проверяет функционирование программы, корректность схем и интерфейсов, результаты испытаний, полноту отчёта и способность магистранта объяснить применённые решения.

Доля максимального балла	Показатели оценивания практической работы
85–100 %	Решение функционирует, все требования выполнены; представлены воспроизводимые тесты, аргументированные выводы и защита.
70–84 %	Большинство требований выполнено; имеются отдельные несущественные замечания к реализации или отчёту.
60–69 %	Результат частично корректен; имеются недостатки в испытаниях, описании или анализе результатов.
31–59 %	Существенные требования не реализованы, работа и выводы неполны.
0–30 %	Результат отсутствует либо не подтверждает владение заявленными навыками.

Внутри максимального балла текущего задания: работоспособность -до 50 %; полнота испытаний и отчёта -до 30 %; защита и обоснование решений -до 20 %.

4.2. Рубежный контроль: контрольные работы № 1–4

Каждая контрольная работа включает теоретические вопросы и прикладную задачу соответствующего модуля. Рекомендуемая продолжительность -40–60 минут. Письменные ответы должны сопровождаться схемой/алгоритмом, если это предусмотрено заданием.

Доля максимального балла	Показатели оценивания контрольной работы
85–100 %	Понятия использованы точно, задачи решены корректно, обоснования полные.
70–84 %	Теоретические ответы верны, есть несущественные ошибки в деталях.
60–69 %	Часть ответов и решение выполнены корректно, аргументация неполная.
31–59 %	Большая часть ответов неполная или ошибочная; решение задачи не доведено до результата.
0–30 %	Отсутствует понимание теоретического содержания и практического задания.

Внутри максимального балла рубежной работы: теория и терминология -до 40 %; решение практической части -до 40 %; ясность доказательств, схем и объяснений -до 20 %.

4.3. Промежуточная аттестация: экзамен

Экзамен проводится по билету: два теоретических вопроса и одно практическое задание. Предлагаемое время подготовки и выполнения -80 минут. За каждый теоретический ответ начисляется до 10 баллов, за практическое задание -до 10 баллов; всего -30 баллов.

Баллы за каждый компонент (из 10)	Характеристика ответа
9–10	Полный, правильный и самостоятельно обоснованный ответ / решение с корректными выводами.
7–8	Корректный по существу ответ, допускающий небольшие неточности.

5–6	Основные положения раскрыты, однако ответ неполный или решение содержит устранимые ошибки.
3–4	Фрагментарные знания; имеются существенные ошибки в постановке и решении.
0–2	Отсутствует ответ или он принципиально неверен.

Итоговая оценка по дисциплине определяется суммой баллов текущего, рубежного и промежуточного контроля (максимум 100 баллов).

Семестровый рейтинг	Оценка
85–100 баллов	«Отлично»
70–84 балла	«Хорошо»
60–69 баллов	«Удовлетворительно»
0–59 баллов	«Неудовлетворительно»

4.4. Шкала оценивания курсовой работы

За текущий этап (до 35 баллов) оцениваются обоснование темы, требования, архитектура и план испытаний; за рубежный этап (до 35) -качество функционирующего прототипа, полнота экспериментов и пояснительной записки; за защиту (до 30) -демонстрация, аргументация и ответы на вопросы.

Этап	Оцениваемые характеристики	Максимум
Текущий	Техническое задание и требования -10; проект архитектуры и интерфейсов -15; план экспериментов -10.	35
Рубежный	Работоспособность программного прототипа -15; испытания на отказах и производительность -10; пояснительная записка -10.	35
Защита	Демонстрация результатов -12; качество доклада и выводов -8; ответы на вопросы и обоснование решений -10.	30
Итого		100

Оценка за курсовую работу выставляется отдельно от оценки за экзамен по дисциплине. При отсутствии функционирующего прототипа и подтверждающих испытаний выполнение работы не признаётся завершённым.

Раздел 5. Методические указания обучающемуся по освоению дисциплины и выполнению контрольных заданий

5.1. Общие рекомендации по подготовке

Изучение темы следует начинать с конспекта лекции, рабочей программы и рекомендуемых учебных материалов. Необходимо различать требования согласованности, доступности, отказоустойчивости, временных и ресурсных характеристик. Самостоятельная работа ориентирована на чтение технической документации, реализацию учебных прототипов и анализ экспериментов.

5.2. Подготовка и защита практических работ

1. Получить индивидуальное задание и сформулировать ожидаемые результаты и ограничения.
2. Составить схему взаимодействия узлов, описание API или алгоритма и сценарии проверки.
3. Реализовать или смоделировать компоненты системы; зафиксировать особенности среды и версии применённых средств.
4. Выполнить тесты на штатную работу и предусмотренные сбои; сохранить журнал событий и измерения.
5. Подготовить отчёт: цель, исходные данные, архитектура, описание реализации, тесты, результаты, выводы и приложения с кодом.
6. Защитить работу: продемонстрировать результат и объяснить, почему выбранные решения отвечают требованиям.

5.3. Подготовка к контрольным работам

Готовясь к контрольной работе, студенту следует проработать перечень вопросов блока A соответствующего модуля, повторить типовые схемы и алгоритмы, потренироваться строить диаграммы взаимодействия и анализировать отказные сценарии. В контрольной работе оценивается не только знание терминов, но и способность обосновать модель решения.

5.4. Подготовка к экзамену

Повторить вопросы по всем четырём модулям, построить сравнительные таблицы моделей согласованности и протоколов взаимодействия, выполнить практические задания блока D. Ответ должен содержать определения, описание алгоритма или архитектуры и обоснование применимости к конкретной ситуации.

5.5. Выполнение и защита курсовой работы

Курсовую работу рекомендуется выполнять поэтапно: постановка задачи → архитектура и модели данных → прототип → тестирование отказов и нагрузки → анализ результатов → пояснительная записка → защита. Для каждого эксперимента зафиксировать исходные условия, ожидаемое поведение, результаты и возможные причины отклонений.

На защите обучающийся должен продемонстрировать прототип, объяснить выбранные протоколы, схемы хранения и механизмы восстановления, привести воспроизводимые данные об отказоустойчивости и производительности, ответить на вопросы о границах применимости разработки.