

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Программного обеспечения и администрирования
информационных систем


Артемов М.А.
02.04.2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.34 Распределенные системы

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 02.03.03
Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
2. Профиль подготовки/специализация: Проектирование и разработка
информационных систем
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: ПОиАИС
6. Составители программы: Мельников Вадим Митрофанович, ст.преподаватель
7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол №5 от 22.03.2024

8. Учебный год: 2024-2025

Семестр(ы)/Триместр(ы): 6, 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины: приобретение базовых знаний и навыков в области проектирования архитектуры распределенных систем, знакомство с основными проблемами и алгоритмами специфичными для распределенных систем, изучение базовых протоколов для организации распределенной системы, знакомство с различными типами распределенных систем и ключевых особенностях их архитектуры.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Дисциплина является базовой, поскольку формирует основные знания и умения по моделированию и обработке данных для дисциплин, связанных с изучением и разработкой программного обеспечения.

Дисциплина является последующей для следующих дисциплин:

- Проектирование информационных систем;
- Базы данных;
- Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОП К-8	способностью использовать знания методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного обеспечения (далее - ПО)			<p>знать: принципы разработки программного обеспечения для распределенных систем, необходимые службы и принципы их функционирования</p> <p>уметь: проектировать и разрабатывать программное обеспечение для распределенных систем</p>
ОП К-10	способностью использовать знания методов архитектуры, алгоритмов функционирования систем			<p>знать: организацию процессов и принципы сетевого взаимодействия, алгоритмы синхронизации и обеспечения отказоустойчивости.</p> <p>уметь: проектировать и разрабатывать программное обеспечение в конкурентной среде и при наличии</p>

	реального времени			сетевого взаимодействия
ОП К-11	готовностью использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях			<p>знать: организацию современных распределенных систем и используемые подходы при их функционировании</p> <p>уметь: оценивать качество проектирования и эффективность программного обеспечения в составе распределенных систем</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 6 / 216.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) _экзамен 6сем., экзамен 7сем. _

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			6 семестр	7 семестр	...
Аудиторные занятия		64	32	32	
в том числе:	лекции	48	32	32	
	практические	16			
	лабораторные				
Самостоятельная работа		80	40	40	
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации		72	Экзамен - 36ч	Экзамен - 36ч	
Итого:		216	108	108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции 6 семестр			
1.1	Введение в системы, использующие транзакции	Основы систем, использующих транзакции. Свойства транзакций. Предпосылки возникновения и базовые подходы.	

1.2	Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения	Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения, механизм голосования, схемы обеспечения fail-fast стратегии, схемы обеспечения доступности	
1.3	Методы обеспечения надежности хранения информации	Методы обеспечения надежности хранения информации, анализ возможных ошибок операций чтения и записи, механизмы защиты от ошибок. Организация RAID массивов.	
1.4	Методы обеспечения надежности выполнения процессов	Методы обеспечения надежности выполнения процессов. Процессы с хранением состояния. Пары процессов. Схема резервирования процессов на примере Linux Cluster Suite	
1.5	Методы обеспечения надежности передачи данных	Методы обеспечения надежности передачи данных по сети. Модель OSI. Базовый протокол надежной передачи данных. Методы оптимизации. Принцип функционирования протокола TCP/IP/	
1.6	Атомарные действия.	Атомарные действия. Атомарные действия на пример операции записи. Способы обеспечения атомарности. Классификация действий.	
1.7	Модели транзакции. Свойства транзакций.	Модели транзакции. Свойства транзакций. Примеры использования в различных приложениях. Плоские транзакции. Плоские транзакции с точками сохранения. Сохраняемые точки сохранения. Цепочные транзакции Вложенные транзакции, эмуляции с использованием точек сохранения. Распределенные транзакции. Многоуровневые транзакции. 2-х фазный протокол согласования, 3-х фазный протокол согласования	
1.8	Изоляция транзакций.	Изоляция транзакций. Методы реализации совместного доступа. Статическое и динамическое планирование управление выполнением транзакции. Зависимости между транзакциями. Возможные конфликтные ситуации. Протокол блокировок. Уровни изоляции. Уровни изоляции в языке SQL. Проблема "фантомных" записей. Предикатные блокировки. Гранулированные блокировки. Оптимистичные и пессимистичные методы блокирования. Протокол блокирования для различных моделей транзакций. Метод временных меток, многоверсионность. Методы предотвращения взаимного блокирования	
1.9	Журнализация изменений.	Журнализация изменений. Протокол REDO-DO-UNDO. Буферизация журнала. Управление восстановлением и архивацией. Повторное выполнение операций. Оптимизация работы с журналом. Алгоритм пинг-понг. Алгоритм WADS. Алгоритм группового согласования. Алгоритм отложенной записи. Алгоритм журнализации NTA действий. Архивация журнала.	
2. Лекции 7 семестр			
2.1	Введение в распределенные системы	Введение. Задачи разработки и организации распределенных систем. Примеры распределенных систем	
2.2	Концепция аппаратных решений	Концепция аппаратных решений. Мультипроцессоры. Гомогенные и гетерогенные мультимикомпьютерные системы.	
2.3	Концепция программных решение	Концепция программных решение. Распределенные и сетевые операционные системы. Программное обеспечение промежуточного уровня.	
2.4	Разделение приложения по уровням	Модель клиент-сервер. Клиенты и серверы. Разделение приложения по уровням. Многоуровневые системы	
2.5	Сетевое взаимодействие	Сетевое взаимодействие. Уровни протоколов. Удаленный вызов процедур. Обращение к удаленным объектам. Связь посредством	

		сообщений. Связь на основе потоков данных.	
2.6	Типы и организация процессов	Типы и организация процессов. Процессы клиента и сервера. Мультиагентные системы. Миграция кода.	
2.7	Организация служб именования	Общая организация служб именования. Примеры построения служб именования. Размещение мобильных сущностей.	
2.8	Алгоритмы синхронизации	Синхронизация часов. Логическое время. Алгоритмы голосования. Взаимное исключение. Распределенные транзакции.	
2.9	Репликация данных	Репликация данных. Модели непротиворечивости. Протоколы распределения изменений.	
2.10	Обеспечение отказоустойчивости	Обеспечение отказоустойчивости. Отказоустойчивость процессов. Надежная связь клиент-сервер. Надежная групповая рассылка. Распределенное подтверждение. Восстановление.	
2.11	Принципы организации защиты распределенных систем.	Принципы организации защиты распределенных систем. Общие вопросы. Защищенные каналы. Контроль доступа. Управление защитой. POW-функции.	
2.12	Организации облачных вычислений	Организации облачных вычислений. Общая модель предоставления услуг: PaaS, IaaS, SaaS. Организации облачных вычислений на примере Amazon CE, Google App Engine, Windows Azure.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение в системы, использующие транзакции	1			2	3
2	Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения	2			2	4
3	Методы обеспечения надежности хранения информации	2			4	6
4	Методы обеспечения надежности выполнения процессов	2			4	6
5	Методы обеспечения надежности передачи данных	2			4	6
6	Атомарные действия.	4			6	10
7	Модели транзакции. Свойства транзакций.	4			6	10
8	Изоляция транзакций.	8			6	14
9	Журнализация изменений.	7			6	13
10	Введение в распределенные системы	2			2	4
11	Концепция аппаратных решений	1			1	2
12	Концепция программных решений	1			1	2
13	Разделение приложения по уровням	3			3	6
14	Сетевое взаимодействие	4			4	8

15	Типы и организация процессов	3			3	6
16	Организация служб именованя	3			4	7
17	Алгоритмы синхронизации	3			4	7
18	Репликация данных	4			6	10
19	Обеспечение отказоустойчивости	3			3	6
20	Принципы организации защиты распределенных систем.	3			6	9
21	Организации облачных вычислений	2			3	5
	Итого:	64			80	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Таненбаум Э., Ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб.: Питер, 2003. – 887 с.
2	Качин К., Гуерру Р., Родригес Л. Введение в надежное и безопасное распределенное программирование. - Москва: ДМК, 2016 - 512с.
3	Дейтел Х., Дейтел П., Чофнес Д. Операционные системы. Распределенные системы, сети, безопасность: Третье издание. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006.-704с
4	Миков А.И., Замятина Е.Б. Распределенные системы и алгоритмы. - М.: ИНТУИТ, 2008 — 377с.
5	<i>Гарсия-Молина, Ульман Дж. Системы баз данных. Полный курс. – Вильямс, 2003 – 1088 с.</i>
6	<i>Тарасов С.В. СУБД для программиста. Взгляд изнутри. - СОЛОН-Пресс, 2015 — 320 с.</i> http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64959

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7	Фоккинк У. Распределенные алгоритмы. - Спб.: Питер, 2017 - 272с
8	Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 544 с.
9	Coulouris G., Dollimore J. Distributed Systems. Concepts and Design. – Addison-Wesley, 1994. – 664p.
10	Цимбал А., Аншина А. Технологии создания распределенных систем. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2003 – 576 с.
11	Ферара А., Мак-Дональд М. Программирование Web-сервисов для .NET. Библиотека программиста. – Киев.: BHV; СПб.: Питер, 2003 – 430 с.
12	<i>Махортов, С. Д.. РСУБД: основы отказоустойчивых систем : учебное пособие для вузов / С.Д. Махортов ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006. — 63 с.</i>
13	<i>Jim Gray, Andreas Reuter. Transaction processing: concepts and techniques. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1993.- 1072 p</i>
14	<i>Ahmed K. Elmagarmid Database transaction models for advanced application. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1995.-612 p</i>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
15	<i>Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – http://www.lib.vsu.ru/</i>
16	<i>Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"</i>

	http://biblioclub.ru/
17	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" http://e.lanbook.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение): Интернет

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Требования к аудиториям для проведения лекционных и практических занятий: наличие доски и средств письма на ней, оснащение проекционной техникой и компьютером.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Все разделы дисциплины	ОПК-8	<p>знать: принципы разработки программного обеспечения для распределенных систем, необходимые службы и принципы их функционирования</p> <p>уметь: проектировать и разрабатывать программное обеспечение для</p>	Комплект КИМ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			распределенных систем	
2.	Все разделы дисциплины	ОПК-10	<p>знать: организацию процессов и принципы сетевого взаимодействия, алгоритмы синхронизации и обеспечения отказоустойчивости</p> <p>уметь: проектировать и разрабатывать программное обеспечение в конкурентной среде и при наличии сетевого взаимодействия</p>	Комплект КИМ
3.	Все разделы дисциплины	ОПК-11	<p>знать: организацию современных распределенных систем и используемые подходы при их функционировании</p> <p>уметь: оценивать качество проектирования и эффективность программного обеспечения в составе</p>	Комплект КИМ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			распределенных систем	
Промежуточная аттестация 6 семестр форма контроля - экзамен				Перечень вопросов
Промежуточная аттестация 7 семестр форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости в 7-м семестре по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: реферат

Темы рефератов:

- 1) Использование Java Parallel Processing Framework для разработки параллельных приложений
- 2) Использование технологии CORBA на Java
- 3) Протокол LDAP для доступа к сервисам именования
- 4) SOA сервис-ориентированная архитектура, SOAP
- 5) Разработка распределенных систем на основе Apache Hama
- 6) Асинхронное программирование с использованием Vertx
- 7) Использование Apache ServiceMix для построения распределенных систем
- 8) Использование Jade (Java Agent Development Framework) для написания мобильных агентов
- 9) Система обмена сообщениями RabbitMQ
- 10) Система обмена сообщениями ZeroMQ
- 11) Облачные технологии. Возможности платформы RedHat OpenShift
- 12) Облачные технологии. Технология Microsoft Azure
- 13) Облачные технологии. Технология Amazon Web Services
- 14) Облачные технологии. Технология Google App Engine
- 15) Распределенная файловая система GFS (Google File System)
- 16) Создание распределенных систем с использованием Linux Cluster Suite
- 17) Hadoop – платформа для обработки данных большого объема
- 18) Платформа Cascading для обработки больших данных с использованием Hadoop
- 19) Использование Apache Hive для обработки больших данных
- 20) Использование Apache Hama для обработки больших данных
- 21) Использование Apache Spark для обработки больших данных
- 22) Распределенный кэш на основе Oracle Coherence
- 23) Распределенный кэш на основе JBoss Infinispan
- 24) Распределенный кэш на основе Voldemort
- 25) Распределенные вычисления с использованием Apache Storm
- 26) Организация сетевого взаимодействия с использованием библиотеки JGroup
- 27) Система управления кластером контейнеров Kubernetes
- 28) Библиотека распределенных объектов Hazelcast
- 29) Разработка сервисов с использованием JBoss/RedHat SwitchYard
- 30) Реактивное программирование с использованием Akka
- 31) Использование Consul для управления распределенными сервисами
- 32) Использование ShipYard для управления Docker кластером
- 33) Использование Apache Kafka для обработки потоков
- 34) Использование распределенного хранилища Etcd

Обучающимся предлагается на основании полученных знаний выделить в программном обеспечении ключевые функции, соотнеся их с различными компонентами распределенной системы, описать пример использования с анализом выполняемых действий.

Требования к выполнению задания:

Оценка	Критерии
зачтено	Правильно сформулировано назначение ПО и область решаемых им проблем, выделены ключевые функции и их особенности, связанные с организацией и функционирование распределенной системы, проанализирован практический пример использования
незачтено	Грубые ошибки в выявлении ключевых функций, относящихся к организации распределенной системы, отсутствие или некорректный анализ примера использования

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в 6-м семестре по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к экзамену

Список вопросов к экзамену:

1. Основы систем, использующих транзакции. Свойства транзакций.
2. Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения, схемы дублирования (N-плексирование)
3. Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения, схемы дублирования (Запасная пара)
4. Подход к отказоустойчивости для аппаратного обеспечения, схемы дублирования (Рекурсивное построение)
5. Методы обеспечения надежности хранения информации;
6. Методы обеспечения надежности выполнения процессов;
7. Методы обеспечения надежности передачи данных;
8. Атомарные действия. Классификация действий. Обеспечение атомарности.
9. Модели транзакции. Свойства транзакций. Примеры использования в различных приложениях.
10. Плоские транзакции;
11. Плоские транзакции с точками сохранения;
12. Сохраняемые точки сохранения;
13. Цепочные транзакции;
14. Вложенные транзакции, эмуляции с использованием точек сохранения;
15. Распределенные транзакции;
16. Многоуровневые транзакции;
17. Изоляция транзакций. Методы реализации совместного доступа.
18. Зависимости между транзакциями;
19. Возможные конфликтные ситуации;
20. Протокол блокировок, история выполнения транзакций;
21. Уровни изоляции транзакций;
22. Проблема "фантомных" записей, предикатные блокировки;
23. Гранулированные блокировки;
24. Оптимистичные и пессимистичные методы блокирования;
25. Протокол блокирования для вложенных транзакций и для модели с точками сохранения;
26. Метод временных меток, многоверсионность;
27. Методы предотвращения взаимного блокирования;
28. Организация журнала
29. Процесс восстановления
30. Предоставляемые функции
31. Логика рестарта
32. DO/UNDO/REDO протокол

33. Проблема многократного REDO/UNDO
34. Физическая/логическая журнализация
35. Теневая журнализация
36. Оптимизация работы с журналом. Неоткатываемые атомарные действия (NTA).
Запись в журнал при откате транзакции (CLR-записи).
37. Оптимизация работы с журналом. Алгоритм 'ping-pong'
38. Оптимизация работы с журналом. Алгоритм WADS
39. Оптимизация работы с журналом. Оптимизация доступа к последней странице
журнала
40. Буферизация журнала
41. Архивация журнала
42. Управление транзакциями в приложениях. Границы транзакций для EJB компонентов.
Типы атрибутов транзакций. Обработка исключений.

Промежуточная аттестация в 7-м семестре по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к экзамену

Список вопросов к экзамену:

1. Определение. Преимущества и недостатки распределенных систем
2. Прозрачность в распределенных системах.
3. Ловушки при разработке распределенных систем
4. Проблемы проектирования распределенных систем
5. Основы построения распределенных систем. Концепция аппаратного обеспечения
6. Основы построения распределенных систем. Системы с разделяемой памятью
7. Основы построения распределенных систем. Сетевые операционные системы
8. Основы построения распределенных систем. Промежуточный уровень. Модели и
сервисы промежуточного уровня
9. Сетевое взаимодействие. Модель клиент-сервер
10. Сетевое взаимодействие. Многоуровневая модель. Современные архитектуры.
11. Модели взаимодействия. Удаленный вызов процедур
12. Модели взаимодействия. Удаленный вызов объектов
13. Модели взаимодействия. Использование очереди сообщений
14. Модели взаимодействия. Потоки данных
15. Реализация сервера. Однопоточная модель
16. Реализация сервера. Многопоточная модель
17. Реализация сервера. Конечный автомат модель
18. Прозрачность расположения сервера на основе клиентского ПО
19. Реализация сервера. Политика доступа к объектам
20. Реализация сервера. Миграция кода на клиенте.
21. Реализация сервера. Модели миграции кода
22. Реализация сервера. Миграция кода и привязка к ресурсам
23. Реализация сервера. Миграция кода в гетерогенных системах
24. Программные агенты
25. Служба именования. Адреса и идентификаторы. Организация ссылок в файловых
системах
26. Служба именования DNS. Общие принципы и конфигурация.
27. Служба именования DNS. Метод разрешения ссылок
28. Именованные мобильные сущности. Метод передачи указателя
29. Именованные мобильные сущности. Метод базовой точки
30. Именованные мобильные сущности. Иерархический подход
31. Проблема подсчета ссылок и подсчет ссылок
32. Улучшенные методы подсчета ссылок
33. Трассировка сущностей
34. Проблема синхронизации часов. Алгоритмы синхронизации Кристиана и Беркли

35. Логические часы. Отметки времени Лампорта
36. Упорядоченная групповая рассылка
37. Векторные отметки Лампорта
38. Сохранение глобального состояния системы
39. Алгоритмы голосования. Алгоритм забияки
40. Алгоритмы голосования. Кольцевой алгоритм
41. Алгоритмы обработки взаимных исключений. Централизованный алгоритм
42. Алгоритмы обработки взаимных исключений. Распределенный алгоритм
43. Алгоритмы обработки взаимных исключений. Кольцевой алгоритм
44. Алгоритм RAFT
45. Обработка транзакций. Частный рабочий набор
46. Распределенные транзакции. Общая организация. Двухфазный протокол согласования
47. Упорядочение по отметкам времени
48. Репликация объектов. Основные цели и подходы.
49. Модели непротиворечивости, ориентированные на данные. Строгая непротиворечивость.
50. Последовательная и линейная непротиворечивость
51. Причинная непротиворечивость
52. Непротиворечивость FIFO
53. Слабая непротиворечивость
54. Свободная непротиворечивость
55. Поэлементная непротиворечивость
56. Модели непротиворечивости, ориентированные на клиента. Потенциальная непротиворечивость
57. Монотонное чтение
58. Монотонная запись
59. Чтение собственных записей
60. Запись за чтением
61. Протоколы распределения. Размещение реплик. Иницируемые сервером реплики
62. Иницируемые клиентом реплики. Распространение реплики. Push/Poll модели распространения
63. Эпидемические протоколы распространения
64. Протоколы непротиворечивости. Протокол удаленной записи
65. Протоколы непротиворечивости. Протокол локальной записи
66. Репликация объектов. Координаторы объектов
67. Репликация объектов. Протокол кворума. Теорема CAP (общие положения)
68. Протоколы согласования кэшей
69. Отказоустойчивость. Модель отказов. Маскирование ошибок
70. Проблема византийских генералов.
71. Надежная передача данных. Базовая схема надежной групповой рассылки. Управление обратной связью.
72. Виртуальная синхронность. Упорядочивание сообщений. Реализация виртуальной синхронности
73. 2-х фазное и 3-х фазное согласование изменений
74. Восстановление. Контрольные точки. Протоколирование сообщений
75. Безопасность. Типы угроз. Механизм защиты. Фокус управления. Многоуровневые механизмы защиты
76. Криптография. Симметричные и ассиметричные ключи и шифрование. Хэш функции.
77. Аутентификация на основе общего секретного ключа. Атака на отражении.
78. Аутентификация с использованием центра распределения ключей. Протокол Нидхема-Шредера.
79. Аутентификация с использованием ассиметричных ключей. Цифровые подписи и шифрование.

- 80. Управление ключами. Алгоритм Диффи-Хелмана
- 81. Распространение ключей. Удостоверяющие центры и сертификаты
- 82. Делегирование прав.
- 83. Авторизация в Kerberos
- 84. Пиринговые сети. Протоколы обмена данными. Распределенные хэш-таблицы. XOR метрика для Kademia.
- 85. POW функции. Платежная система BitCoin
- 86. Обработка больших данных. MapReduce подход
- 87. Облачные вычисления. Модели предоставления сервисов SaaS, PaaS, IaaS

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания:

отлично	Отличное знание теоретического материала, правильные ответы на тестовые вопросы
хорошо	Хорошее знание теоретического материала, правильные ответы на тестовые вопросы
удовлетворительно	Недостаточное знание теоретического материала, ошибки в тестах.
неудовлетворительно	Серьезные пробелы в знании теоретического материала (с незнанием могут быть связаны и грубые ошибки в ответе на тестовые вопросы)