

---

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«24» июня 2025 г.  
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Распределенные системы»**

**Направление подготовки:** 02.04.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Backend-разработка

**Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 2 года

**Год набора:** 2025

**Москва  
2025**

## Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля) .....	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	6
4. Содержание дисциплины (модуля).....	6
5. Учебно-методическое обеспечение .....	7
6. Материально-техническое обеспечение .....	7
7. Методические и оценочные материалы .....	9

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Распределенные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по специальности 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Backend-разработка, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Распределенные системы» позволяет студентам освоить современные технологии, обеспечивающие высокую доступность и отказоустойчивость приложений, что критически важно в эпоху больших данных и облачных вычислений. Кроме того, знание принципов работы распределенных систем открывает возможности для создания инновационных решений в различных областях, от финансов до здравоохранения.

### Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Backend-разработка и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 4 семестре, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплин (модулей) «Сетевые технологии», «Системы управления базами данных», «Многопоточное программирование».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование глубокого понимания принципов функционирования распределенных систем, позволяющего проектировать и реализовывать надежные, масштабируемые решения для обработки данных в условиях отказов и больших объемов информации.

### Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить фундаментальные концепции распределенных систем, включая модели согласованности и алгоритмы репликации, для понимания основ их работы;
- освоить методы реализации алгоритмов консенсуса на практике с использованием различных языков программирования;
- проанализировать механизмы транзакций и уровней изоляции для обеспечения целостности данных в распределенной среде;
- исследовать типы отказов узлов, включая византийские, и стратегии их преодоления в системах;
- применить навыки выбора и использования инструментов вроде MapReduce и распределенных файловых систем для анализа больших данных.

### В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

#### *знать:*

- основные понятия и проблемы теории распределенных систем, модели согласованности;
- алгоритмы репликации и консенсуса в распределенных системах;
- понятия транзакции, уровни изоляции транзакций и способы их реализации;
- виды отказов узлов, понятие византийских отказов.

#### *уметь:*

- реализовывать на любом языке программирования классические алгоритмы репликации и консенсуса в распределенных системах;
- выбирать готовые реализации распределенных систем в зависимости от необходимых требований к согласованности и устойчивости к отказам;
- использовать MapReduce и распределенные файловые системы для работы с большими данными.

***владеть:***

- навыками проектирования архитектуры распределенной системы с учетом требований к согласованности данных и устойчивости к отказам;
- навыками понимания отличий достижимых требований от недостижимых при проектировании распределенных систем.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-3.1.	Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач, формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало принятию обоснованных решений
ПК-6.	Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере профессиональной деятельности	ПК-6.1.	Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в конкретной предметной области
		ПК-6.2.	Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений
		ПК-6.3.	Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач в сфере профессиональной деятельности

### 3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Введение. Основные понятия и проблемы теории распределенных систем	4	4		16	Домашнее задание
2	Репликация и секционирование	4	4		16	Домашнее задание
3	Консенсус в распределенных системах	6	6		26	Домашнее задание
4	Транзакции	4	4		16	Домашнее задание
5	Потоковая и пакетная обработка данных	8	8		36	Домашнее задание
6	Византийские отказы	4	4		16	Домашнее задание
	<i>Экзамен</i>			4		
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>126</b>	
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>	<b>190</b>				
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</b>	<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение. Основные понятия и проблемы теории распределенных систем	Модели согласованности. Синхронные и асинхронные модели. Виды отказов Проблема синхронизации часов. Алгоритмы синхронизации (Cristian's, Berkeley, NTP)
2	Репликация и секционирование	Алгоритмы репликации: с одним ведущим, несколькими, без ведущего Задержки репликации. Кворумы. Репликация в реальных системах
3	Консенсус в распределенных системах	Понятие консенсуса. Теорема FLP. Линеаризуемость и причинная согласованность Алгоритмы Paxos и Raft. Atomic Broadcast Применение алгоритмов консенсуса в продакшене (Zookeeper, etcd, Kafka controller)
4	Транзакции	Уровни изоляции. 2PL и Snapshot Isolation Распределённые транзакции. 2PC, 3PC, Saga. Реализация в реальных системах
5	Потоковая и пакетная обработка данных	MapReduce. Распределённые вычисления. Hadoop и экосистема Потоковые системы (Apache Kafka, Flink, Spark Streaming). Примеры использования Очереди сообщений. Брокеры (Kafka, RabbitMQ, Pulsar). Гарантии доставки Дизайн очередей в системах. Сравнение систем, паттерны применения
6	Византийские отказы	Проблема византийских генералов. Алгоритмы BFT (PBFT и др.) Реализация BFT в реальных системах (blockchain, Tendermint, ByzCoin и др.)

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### *Основная литература:*

1. Бабичев, С. Л. Распределенные системы : учебник для вузов / С. Л. Бабичев, К. А. Коньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11380-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566315>.

2. Пумперла, М. Изучаем Ray. Гибкие распределенные вычисления на Python в машинном обучении : практическое руководство / М. Пумперла, Э. Оукс Э, Р. Ляо ; пер. с англ. А. В. Логунова. – Москва : Books.kz, 2023. - 292 с. – ISBN 978-6-01083-430-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2205122>.

### *Дополнительная литература:*

1. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений : практическое руководство / Х. Гома ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 701 с. - (Объектно-ориентированные технологии в программировании). - ISBN 978-5-89818-574-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107936>.

2. Уильямс, Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ : практическое руководство / Э. Уильямс ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 673 с. - ISBN 978-5-89818-319-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/210260>.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Распределенные системы:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		

КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Распределенные системы» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Семинар* — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Электронный документ

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Распределенные системы»**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме **экзамена**, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать
6	Хорошо	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Распределенные системы» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	60%	За каждое из заданий можно набрать 10 баллов
Экзамен	40%	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Распределенные системы»:** « $0,6 \times$  среднее за домашние задания +  $0,4 \times$  экзамен».

### Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Примерные домашние задания

#### Домашнее задание: Консенсус в распределенных системах

1. **Определите линеаризуемость.** Приведите примеры, где линеаризуемость критически важна для работы системы.
2. **Сравните причинную согласованность и линеаризуемость.** Какие преимущества и недостатки имеет каждая из моделей?
3. **Объясните принцип работы Atomic Broadcast.** Как он помогает достичь согласованности в распределенных системах?
4. **Изучите теорему FLP о невозможности консенсуса.** Каковы ее основные выводы и как они влияют на проектирование распределенных систем?
  1. **Опишите алгоритмы Paxos и RAFT.** В чем основные различия между ними и в каких случаях каждый из них предпочтителен?

#### Домашнее задание: Транзакции

1. **Определите понятие транзакции.** Какие основные свойства транзакций (ACID) существуют и почему они важны?
2. **Объясните уровни изоляции транзакций.** Как они влияют на производительность и согласованность данных?
3. **Сравните Two-phase locking и Snapshot Isolation.** В каких ситуациях предпочтительнее использовать каждый из подходов?
4. **Рассмотрите особенности распределенных транзакций.** Какие проблемы могут возникнуть при их реализации и как их можно решить?

5. Проанализируйте реальную распределенную систему, использующую транзакции. Опишите, как она реализует управление транзакциями и какие алгоритмы использует.

### Домашнее задание: Поточковая и пакетная обработка данных

1. Объясните идею MapReduce. Как она позволяет обрабатывать большие объемы данных?

2. Опишите распределенные вычисления в MapReduce. Как происходит распределение задач и сбор результатов?

3. Изучите реализацию и применение MapReduce-систем. Приведите примеры реальных систем, использующих эту технологию.

4. Опишите архитектуру распределенных файловых систем. Какие ключевые компоненты обеспечивают их функциональность?

5. Рассмотрите систему Hadoop. Какие ее основные компоненты и как они взаимодействуют для обработки данных?

### Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой из следующих типов отказов узлов не существует? А) Отказ по аппаратным причинам В) Отказ по программным причинам С) Отказ по сетевым причинам D) Отказ по временным причинам	D	ПК-3
2.	Какой тип репликации предполагает наличие одного ведущего узла? А) Мастер-слейв В) Многоведущая С) Безведущая D) Параллельная	A	ПК-6
3.	Что утверждает теорема FLP? А) Консенсус невозможен в системах с ненадежными узлами В) Консенсус всегда возможен С) Консенсус достигается с помощью одного узла D) Консенсус возможен только при наличии надежных узлов	A	ПК-3
4.	Какой уровень изоляции транзакций позволяет видеть изменения, сделанные другими транзакциями? А) Serializable В) Read Committed С) Repeatable Read D) Snapshot Isolation	B	ПК-3
5.	Какой из следующих компонентов является частью системы Hadoop? А) HDFS В) MapReduce С) YARN D) Все вышеперечисленное	D	ПК-6
6.	Как называется проблема, возникающая из-за различий во времени на разных узлах?	Проблема синхронизации часов	ПК-3

7.	Какой алгоритм используется для достижения консенсуса в распределенных системах?	RaXos	ПК-6
8.	Какой тип репликации позволяет использовать несколько ведущих узлов?	Многоведущая репликация	ПК-6
9.	Как называется механизм, который гарантирует, что сообщения будут доставлены в том порядке, в котором они были отправлены?	Atomic Broadcast	ПК-3
10.	Какой уровень изоляции транзакций обеспечивает полную изоляцию изменений?	Serializable	ПК-6
11.	Какой метод используется для обработки данных в реальном времени?	Потоковая обработка	ПК-6
12.	Какой алгоритм используется для блокировки транзакций в распределенных системах?	Two-phase locking	ПК-6
13.	Какой из алгоритмов репликации не использует ведущие узлы?	Безведущая репликация	ПК-6
14.	YARN	ПК-6	
15.	Как называется система, которая обеспечивает асинхронную передачу сообщений между компонентами?	Очереди сообщений	ПК-6
16.	Назовите модель согласованности, обеспечивающую порядок операций по времени в распределенных системах без линейности.	Причинная/ causal consistency	ПК-3
17.	Укажите тип отказов, решаемых алгоритмами BFT в распределенных системах вроде blockchain.	Византийские отказы	ПК-3
18.	Назовите протокол распределенных транзакций, использующий двухфазный коммит для координации узлов.	2PC/ two-phase commit	ПК-3
19.	Назовите тип модели распределенных систем, где невозможен детерминированный консенсус по теореме FLP.	Асинхронная модель	ПК-3
20.	Укажите минимальное количество узлов, необходимое для достижения консенсуса в алгоритме RaXos в распределенных системах.	3/ Три/ три	ПК-3