**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**Национальный исследовательский университет**

**«Высшая школа экономики»**

Факультет **КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

**Программа дисциплины**

**Распределённые системы**

для направления 01.04.02 «**Прикладная математика и информатика»** подготовки **магистров**

Авторы: А.А. Незнанов ([aneznanov@hse.ru](mailto:aneznanov@hse.ru)),   
 П.A. Шапкин ([pshapkin@hse.ru](mailto:pshapkin@hse.ru))

|  |  |
| --- | --- |
| Рекомендована секцией УМС  «Прикладная математика  и информатика»  Председатель  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов С.О.  «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. | Одобрена на заседании департамента  анализа данных  и искусственного интеллекта  Зав. департамента  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов С.О.  «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. |
| Утверждена УС факультета  компьютерных наук  Ученый секретарь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  « \_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |  |

Москва

# Пояснительная записка

## Авторы программы

кандидат технических наук, доцент А.А. Незнанов;

кандидат технических наук П.A. Шапкин.

## Требования к студентам

Изучение дисциплины «Распределённые системы» требует предварительных знаний в следующих областях: математическая логика, дискретная математика, основы информатики, программирование на языках высокого уровня, теория информации и кодирования, теория баз данных. Желательно знакомство с основами современных телекоммуникаций.

## Аннотация

Дисциплина «Распределённые системы» предназначена для подготовки магистров по направлению 01.04.02 – Прикладная математика и информатика.

Диалектика развития информационных технологий требует непрерывного поиска компромисса между стоимостью, производительностью, надёжностью, безопасностью и доступностью, централизацией и децентрализацией, гомогенностью и гетерогенностью, и т.п. Создание и использование распределённых информационных систем (РИС) – попытка получения преимуществ, вытекающих из децентрализации информационных и алгоритмических ресурсов: повышение доступности, масштабируемости, надёжности, а главное – решение задач, которые просто невозможно решить без распределения, например, создание глобальной информационной инфраструктуры.

Дисциплину содержательно можно разделить на четыре части.

1. Причины и цели создания РИС. Основные характеристики РИС. Понятие открытых систем. Проблемы, возникающие при создании РИС, подходы к их решению. Обзор методологий, архитектур, языков запросов, типичных вариантов реализации и т.п. Сети передачи данных как инфраструктура построения РИС. Архитектура «клиент-сервер» и многозвенные (многоуровневые) архитектуры информационных систем.

2. Отдельные аспекты создания РИС: синхронизация, именование и локализация объектов, обеспечение надёжности (отказоустойчивости) и безопасности РИС, целостности и непротиворечивости данных, повышение эффективности работы и масштабирование, организация распределённых транзакций и репликация (тиражирование) данных.

3. Конкретные технологии построения РИС в историческом контексте на примере *RPC*, *CORBA*, *DCOM*, *OpenMP*, *MPI*, *.NET Remoting* и др.

4. Гетерогенные информационные системы и базы данных – современный подход. Интернет как инфраструктура РИС. Виртуализация и консолидация. Мобильные РИС. *Web*-службы. *GRID*-технологии.

## Учебные задачи дисциплины

Цель курса – дать систематизированные знания о распределённой обработке данных и построении распределённых систем, а также показать многообразие наработанных решений.

В результате изучения дисциплины «Распределённые вычисления» студенты должны:

1. знать основные модели распределённой обработки данных; архитектуры современных РИС; базовые технологии их построения;
2. понимать основные проблемы распределения кода и данных; преимущества, недостатки и ограничения различных видов распределения;
3. уметь оценивать проектные решения при создании РИС, создавать простые параллельные алгоритмы и отлаживать их; использовать конкретные технологии написания программ, использующих параллельные и распределённые вычисления, в том числе с использованием идеологии *web*-служб.

## Развиваемые компетенции

Дисциплина формирует следующие компетенции.

1. ПК-8: способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая разработку математических моделей, алгоритмических и программных решений.
2. ПК-9: способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии и т.п.
   * ПК-9-РИС1: способность сравнивать и давать рекомендации по архитектуре распределённых систем.
   * ПК-9-РИС2: способность разрабатывать распределённые системы, использующие идеологию *web*-служб.
   * ПК-9-РИС3: способность получать доступ к сервисам распределённых систем в сети Интернет.

# Тематический план дисциплины «Распределённые системы»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название темы** | **Всего часов по дисциплине** | **Аудиторные часы** | | **Самосто-ятельная работа** |
| **Лекции** | **Сем. и практика занятия** |
| 1 | Введение в распределённые информационные системы. Основные понятия, принципы и архитектура. | 12 | 2 | 2 | 8 |
| 2 | Синхронизация и модели времени. | 14 | 2 | 2 | 10 |
| 3 | Взаимодействие элементов РИС. Интернет как инфраструктура РИС. | 22 | 4 | 4 | 14 |
| 4 | Именование и локализация объектов. | 14 | 2 | 2 | 10 |
| 5 | Создание параллельных программ с использованием библиотеки *MPI* | 48 | 8 | 10 | 30 |
| 6 | Отказоустойчивость и корректность работы РИС | 22 | 4 | 4 | 14 |
| 7 | Конвергенция технологий распределения, виртуализация и консолидация, облачные вычисления | 48 | 8 | 10 | 30 |
|  | Итого | 180 | 30 | 34 | 116 |

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Список литературы

### Базовые учебники

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 5-е изд. – СПб: Питер, 2011. – 944 с.

### Основная литература

1. Таненбаум Э., Вудхалл А. Операционные системы. Разработка и реализация. – СПб.: Питер, 2007. – 704 с.
2. Макс К. Гофф. Сетевые распределенные вычисления: достижения и проблемы. — М.: КУДИЦ-Образ, 2005. – 320 с.
3. *Papazoglou M*. *Web Services and SOA: Principles and Technology, 2nd ed*. – *Pearson Education*, 856. – 856 *p*.
4. *Newcomer E*. *Understanding Web Services- XML, WSDL, SOAP and UDDI*. – *Addison-Wesley*, 2002. – 368 *p*.
5. Топорков В. Модели распределенных вычислений. — Физматлит, 2004. ­– 320 с.
6. Дейтел Х.М.,Дейтел П.Дж. Операционные системы. Часть 2. Распределенные системы, сети, безопасность. — М.: Бином, 2006. – 704 с.
7. Л. Басс, П. Клементс, Р. Кацман. Архитектура программного обеспечения на практике. — Питер, 2006. – 576 с.
8. Хоп Г., Вульф Б. Шаблоны интеграции корпоративных приложений. — Вильямс, 2006. – 672 с.
9. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
10. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте *MPI*. – Минск : БГУ, 2002. – 324 с.
11. *World Wide Web Consortium* (<http://www.w3.org>)
12. *INTUIT.RU*: Интернет-Университет Информационных Технологий: Суперкомпьютерные технологии и высокопроизводительные вычисления ([www.intuit.ru/catalog/hpct](http://www.intuit.ru/catalog/hpct))
13. Форум «*Client/server technologies*» ([www.sql.ru](http://www.sql.ru))

### Дополнительная литература

1. Причард Дж. *COM* и *CORBA*. Просто и доступно. – Лори, 2001. – 384 с.
2. Проблемы вычислений в распределенной среде. Модели обработки и представления данных. Динамические системы. Том 14. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — КомКнига, 2005. – 224 с.
3. Проблемы вычислений в распределенной среде. Организация вычислений в глобальных сетях. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — РОХОС, 2004. – 176 с.
4. Проблемы вычислений в распределенной среде. Прикладные задачи. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — РОХОС, 2004. – 160 с.
5. Дейт К. Введение в системы баз данных, 8-е издание. – Вильямс, 2005. – 1328 с.
6. Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Сиротюк В.О. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных. – Синтег, 1999. – 660 с.
7. Шаши Ш., Санжей Ч. Основы пространственных баз данных. – М : Кудиц-Образ, 2004. – 336 с.
8. Смирнов Н. Java 2 Enterprise. Основы практической разработки распределенных корпоративных приложений. — Кудиц-образ, 2002. – 242 с.
9. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления. – М. : МГУ, 2002. – 69 с.
10. Takada M. Distributed systems: for fun and profit, 2013 (<http://book.mixu.net/distsys/index.html>)
11. *Grid Club* (<http://gridclub.ru>)
12. *MPI Documents* (<http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>)
13. *NTP: The Network Time Protocol* (<http://www.ntp.org>)

# Формы контроля и структура итоговой оценки

Текущий контроль – 1 письменная контрольная работа (80 мин.),   
5 домашних работ.

Итоговый контроль – 1 экзамен (в конце второго модуля);

Итоговая оценка складывается из следующих элементов:

*Отекущий* = 0,15*·Од/з1 +* 0,15*·Од/з2 +* 0,15*·Од/з3 +* 0,2*·Од/з4 +* 0,2*·Од/з5 + 0,15·Ок/р*

*Одисциплина = 0,3·Оэкзамен + 0,7·Отекущий*

Д/з сдаются (в виде предоставления отчёта в электронной форме) не позднее установленных преподавателем сроков (сроки зависят от графика учебного процесса и объявляются при выдаче заданий). Д/з защищается путём демонстрации отчёта и ответов на вопросы преподавателя по отчёту.

На пересдаче неудовлетворительной оценки за д/з студенту предоставляется возможность получить не более 3 дополнительных баллов для компенсации оценки за текущий контроль. Дата пересдачи определяются преподавателем (зависят от графика учебного процесса и объявляются после проверки отчётов по д/з). Пересдача д/з допускается только один раз.

### Таблица соответствия оценок по десятибалльной и системе зачет/незачет

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка по 10-балльной шкале** | **Оценка по 5-балльной шкале** |
| 1 | незачет |
| 2 |
| 3 |
| 4 | зачет |
| 5 |
| 6 |
| 7 |
| 8 |
| 9 |
| 10 |

### Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системе

|  |  |
| --- | --- |
| **По десятибалльной шкале** | **По пятибалльной системе** |
| 1 – неудовлетворительно  2 – очень плохо  3 – плохо | неудовлетворительно – 2 |
| 4 – удовлетворительно  5 – весьма удовлетворительно | удовлетворительно – 3 |
| 6 – хорошо  7 – очень хорошо | хорошо – 4 |
| 8 – почти отлично  9 – отлично  10 – блестяще | отлично – 5 |

# Программа дисциплины «Распределённые системы»

## Тема 1. Введение в распределённые информационные системы

1. Понятие распределённой информационной системы (РИС). Узлы и каналы связи. Характеристический свойства РИС. Причины возникновения РИС. Базовые принципы распределения данных и вычислений, параллелизм и конвейеризация.. Преимущества и недостатки распределения. Масштабирование информационных систем.

2. Инфраструктура РИС. Оборудование РИС: многопроцессорные системы, суперкомпьютеры, кластеры и *GRID*-технологии, *Intranet* и *Internet*. Логические и физические архитектуры РИС. Вертикальное и горизонтальное распределение. Модель «клиент-сервер». Многозвенные архитектуры. Репликация и кэширование. Основные проблемы, возникающие при распределении ИС и пути их решения.

3. Сети и телекоммуникации. Общие принципы передачи данных. Сети передачи данных и компьютерные сети. Помехоустойчивое кодирование. Локальные и глобальные сети. Беспроводные сети. Архитектура сетей. Сетевые протоколы. Уровни OSI. Качество обслуживания, синхронная и изохронная передача данных. Протоколы локальных сетей (*Ethernet* и др.). Протоколы сети *Internet*. *Intranet*-технологии, использование протоколов *Internet* в локальных сетях. Технологии *Internet2*. Конвергенция сетевых технологий. Облачные вычисления.

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3 издание. — СПб: Питер, 2006. – 958 с.
3. Макс К. Гофф. Сетевые распределенные вычисления: достижения и проблемы. — М.: КУДИЦ-Образ, 2005. – 320 с.
4. *INTUIT.RU*: Интернет-Университет Информационных Технологий: Суперкомпьютерные технологии и высокопроизводительные вычисления (www.intuit.ru/catalog/hpct)

### Дополнительная литература

1. Проблемы вычислений в распределенной среде. Модели обработки и представления данных. Динамические системы. Том 14. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — КомКнига, 2005. – 224 с.
2. Проблемы вычислений в распределенной среде. Организация вычислений в глобальных сетях. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — РОХОС, 2004. – 176 с.
3. Дейтел Х.М.,Дейтел П.Дж. Операционные системы. Часть 2. Распределенные системы, сети, безопасность. — М.: Бином, 2006. – 704 с.
4. Takada M. Distributed systems: for fun and profit, 2013 (<http://book.mixu.net/distsys/index.html>)

## Тема 2. Синхронизация и модели времени

Понятие времени и его значимость в РИС. Событийное пространство и отношение предшествования, оси времени.

Физические часы и их основные характеристики. Синхронизация физических часов. Алгоритмы Кристиана и Беркли.

Логические часы. Отметки времени Лампорта, векторные и матричные отметки. *Network Time Protocol* (*NTP*).

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.

### Дополнительная литература

1. Дейтел Х.М.,Дейтел П.Дж. Операционные системы. Часть 2. Распределенные системы, сети, безопасность. — М.: Бином, 2006. – 704 с.
2. Takada M. Distributed systems: for fun and profit, 2013 (<http://book.mixu.net/distsys/index.html>)
3. *NTP: The Network Time Protocol* (<http://www.ntp.org>)

## Тема 3. Взаимодействие элементов РИС. Интернет как инфраструктура РИС.

Абстракция взаимодействующих процессов. Используемые сетевые протоколы. Удалённый вызов процедур и объектов. *RPC*, *RMI*, *DCOM*, *CORBA* и другие стандарты и протоколы. Маршалинг и его реализации. Миграция кода. Протоколы передачи сообщений (*MPI*, *MSMQ* и др.).

Проблемы масштабирования. Прозрачность взаимодействия. Автоматическое распараллеливание программ (*OpenMP* и др.). Современные технологии межузлового взаимодействия на примере *.NET Remoting*.

Протоколы сети Интернет. Архитектура Интернет. Программы как сервисы (службы). Определение *Web*-службы. Стандарты *XML*, *WSDL*, *SOAP*. Идеология *REST*.

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
2. Дейтел Х.М.,Дейтел П.Дж. Операционные системы. Часть 2. Распределенные системы, сети, безопасность. — М.: Бином, 2006. – 704 с.
3. *Newcomer E*. *Understanding Web Services- XML, WSDL, SOAP and UDDI*. – *Addison-Wesley*, 2002. – 368 *p*.

### Дополнительная литература

1. Смирнов Н. Java 2 Enterprise. Основы практической разработки распределенных корпоративных приложений. — Кудиц-образ, 2002. – 242 с.
2. Причард Дж. *COM* и *CORBA*. Просто и доступно. – Лори, 2001. – 384 с.

## Тема 4. Именование и локализация объектов

Имена и идентификаторы объектов в РИС, связь имени с объектом, пространства имён. Адреса и процедуры разрешения имён. Динамические и статические объекты. Локализация объектов. Службы каталогов, стандарты на службы каталогов, протокол *LDAP*. Разрешение имён в распределённых системах, примеры (*DNS* и др.). Распределённая сборка мусора.

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
2. Дейтел Х.М.,Дейтел П.Дж. Операционные системы. Часть 2. Распределенные системы, сети, безопасность. — М.: Бином, 2006. – 704 с.

### Дополнительная литература

1. *World Wide Web Consortium* (<http://www.w3.org>)

## Тема 5. Создание параллельных программ с использованием библиотеки *MPI*

1. История создания *MPI*. Основные концепции библиотеки и принципы её использования. *MPI-Forum*, проблемы стандартизации и основные версии библиотеки. Реализации *MPI*, *MPICH*.

2. Инициализация библиотеки и завершение её использования. Простейшая *MPI*-программа. Получение информации о процессе и общем числе процессов. Идентификаторы процессов и константа MPI\_ANY\_SOURCE. Типы данных *MPI* и их применение.

2. Основные функции обмена сообщениями. Блокирующая и неблокирующая передача сообщений. Широковещательные рассылки. Параметры сообщения. Идентификаторы сообщений и константа MPI\_ANY\_TAG. Мониторинг состояния и тип данных MPI\_Status.

3. Журналирование работы *MPI*-программ.

4. Реализация *MPI* фирмой *Microsoft*. Установка *HPC Pack SDK*. Создание *MPI*-программ в среде *Microsoft Visual Studio*. Особенности *Intel Parallel Studio*. Отладка и профилирование многопоточных программ, поддержка отладки и профилирования библиотекой *MPI*. Принципы использования *Intel Inspector* и *Intel VTune Amplifier*.

5. Методы параллельного программирования. Сортировка и поиск: параллельные реализации. Работа с векторами произвольного размера.

6. Более сложные методы параллельного программирования. Коммуникаторы и группы процессов. Виртуальные топологии в MPI. Декартовы топологии и топологии общего вида. Примеры применения. Решение задач линейной алгебры.

### Основная литература

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. – Минск : БГУ, 2002. – 324 с.

### Дополнительная литература

1. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления. – М. : МГУ, 2002. – 69 с.
2. Проблемы вычислений в распределенной среде. Прикладные задачи. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — РОХОС, 2004. – 160 с.
3. *MPI Documents* (<http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>)

## Тема 6. Отказоустойчивость и корректность работы РИС

Понятие надёжности, отказоустойчивости и корректности работы. Целостность и непротиворечивость.

Отказы и их классификация. Принцип избыточности. Защищённые хранилища и резервное копирование. Восстановление после отказов.

Транзакционный принцип работы. Распределённые транзакции. Журналы сообщений, контрольные точки. Реализация «откатов». Алгоритмы надёжной широковещательной рассылки.

Репликация и кэширование.

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.

### Дополнительная литература

1. Проблемы вычислений в распределенной среде. Организация вычислений в глобальных сетях. Под ред. Емельянова С.В. и Афанасьева А.П. — РОХОС, 2004. – 176 с.
2. Дейт К. Введение в системы баз данных, 8-е издание. – Вильямс, 2005. – 1328 с.
3. Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Сиротюк В.О. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных. – Синтег, 1999. – 660 с.

## Тема 7. Конвергенция технологий распределения, виртуализация и консолидация, облачные вычисления

Целесообразность создания гетерогенных РИС. Виртуализация гетерогенных ресурсов. Инфраструктуры поддержки виртуализации. Концепция служб и обработки по запросу, *SOA*. *Web*-сервисы (службы). Стандарты *XML*, *SOAP*, *WSDL*, *WSDM*, *X-Path*, *X-Query*, *RDF*, *OWL* и др. *GRID*-технологии. Консолидация вычислительных ресурсов. Облачные вычисления. Мобильные распределённые системы.

### Основная литература

1. Э. Таненбаум, М. ван Стен. Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
2. *Papazoglou M*. *Web Services and SOA: Principles and Technology, 2nd ed*. – *Pearson Education*, 856. – 856 *p*.

### Дополнительная литература

1. *World Wide Web Consortium* (<http://www.w3.org>)
2. *Grid Club* (<http://gridclub.ru>)

# Тематика заданий по формам текущего контроля

### Темы домашних работ

1. Написание клиента для доступа к существующей *Web*-службе.
2. Создание и размещение в сети Интернет простейшей *Web*-службы.
3. Создание и размещение в сети Интернет *Web*-службы, работающей с комплексными данными.
4. Создание параллельных программ с использованием библиотеки *MPI*:
5. сортировка, экстремумы и порядковые статистики;
6. решение системы линейных уравнений;
7. решение задач математической физики.

### Примеры задач, предлагаемых на контрольных работах

1. Предложить формальное описание *REST*-интерфейса простой *web*-службы.
2. Дайте краткую характеристику представленной на схеме архитектуры РИС.

# Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Тема 1.

1. Что такое распределённая система?
2. Каковы главные критерии распределённости?
3. Каковы главные характеристики канала связи?
4. Назовите все 7 уровней *OSI*. В чём смысл их выделения?
5. Что такое открытая система? В чём значимость стандартов на взаимодействие открытых систем?
6. Чем логическая топология сети отличается от физической?
7. Чем коммутация отличается от маршрутизации?
8. Что такое автономная система?
9. Как классифицируются архитектуры РИС?
10. Как формулируется закон Амдала в полной форме?
11. Что такое неоднородный доступ к памяти (*NUMA*)? В чём его смысл?
12. В чём значимость классификации Флинна?

Тема 2.

1. Что такое «время»? Сформулируйте определение отношения предшествования.
2. В чём разница физического и логического времени?
3. Опишите алгоритм Кристиана.
4. Опишите модель логического времени Лампорта.
5. Какой стандарт определяет работу с отметками физического времени в сети Интернет?

Тема 3.

1. Классифицируйте основные методы межузлового взаимодействия в РИС.
2. Каковы основные принципы удалённого вызова подпрограмм?
3. Что такое маршалинг?
4. Чем технология *COM* отличается от *DCOM*?
5. Для какого языка была разработана технология *RMI*?
6. Как расшифровывается аббревиатура *CORBA*?
7. Опишите различия основных технологий удалённого вызова методов объектов.
8. Что описывают на языке *IDL*?

Тема 4.

1. Каким требованиям должен удовлетворять идентификатор?
2. Зачем нужны службы именования?
3. Какие типы процедур разрешения имени Вы знаете?
4. Что такое служба каталогов? Какие стандарты на службы каталогов Вы знаете?
5. Опишите работу системы *DNS* в сети Интернет.

Тема 5.

1. Какой тип межузлового взаимодействия поддерживает библиотека *MPI*?
2. Какие типы обмена поддерживает *MPI*?
3. Какие вызовы необходимо совершить в начале и в конце любой *MPI*-программы?
4. Как задаётся число узлов при выполнении *MPI*-программы?
5. Какие реализации стандарта *MPI* Вы знаете?
6. Каки типы данных поддерживает *MPI*?
7. Какие параметры необходимо задавать при отправке/приёме сообщений *MPI*? Какие существуют специальные значения этих параметров?
8. В чём особенности работы с широковещательными сообщениями?
9. В чём особенности работы с неатомарными данными при передачи сообщений?
10. Как задать пользовательскую агрегирующую функцию?
11. Приведите пример возникновения взаимоблокировки.
12. Что такое «группа», чем она отличается от «коммуникатора»?
13. Зачем нужны «топологии»? Чего позволяет добиться их использование?
14. Чем декартовы топологии отличаются от топологий общего вида?

Тема 6.

1. Какие способы помехоустойчивого кодирования Вы знаете?
2. В чём смысл мажоритарного декодирования?
3. Объясните смысл задачи о Византийских генералах. Как она связана с широковещательными рассылками?
4. В чём заключаются проблемы транзакционного функционирования распределённых систем? Какие алгоритмы применяются при реализации распределённых транзакций?
5. Как журналирование связано с возобновлением работы после отказа? Что такое контрольная точка?
6. Что такое репликация?
7. Зачем нужны кэши? Чем занимается прокси-сервер?

Тема 7.

1. Чем эмуляция отличается от симуляции?
2. Что такое виртуализация?
3. Какие уровни виртуализации информационных систем Вы знаете?
4. Дайте определение *Web*-службы (сервиса).
5. Что определяет протокол *SOAP*?
6. В каком году была предложена идеология *REST*? А когда она стала популярной?
7. Опишите какую-либо конкретную технологию доступа у *Web*-службам?
8. Приведите пример публикации *Web*-службы в сети Интернет.
9. Приведите примеры «облаков» и технологий их построения.

# Темы вопросов на экзамене

1. Понятие распределённых информационных систем (РИС). Причины и цели создания РИС. Основные проблемы, возникающие при создании РИС. Пути их решения.
2. Синхронизация событий в РИС. Физическое и логическое время. Алгоритмы синхронизации.
3. Сети передачи данных как инфраструктура РИС. Физическая и логическая топология, маршрутизация. Стеки протоколов. Семиуровневая модель *OSI*.
4. Способы взаимодействия элементов РИС. Верхние уровни модели *OSI* с точки зрения разработки РИС. Удалённый вызов процедур. Удалённый вызов методов объектов. Очереди сообщений.
5. Именование и локализация объектов в РИС. Имена, идентификаторы и адреса. Пространства имён. Службы именования и каталоги.
6. Локализация объектов в РИС. Динамическое создание и удаление объектов. Обеспечение мобильности объектов. Автоматическая сборка мусора.
7. Надёжность РИС. Отказоустойчивость и основные методы её обеспечения. Журналирование работы РИС. Создание глобальных контрольных точек. Организация откатов.
8. Логическая и физическая архитектура РИС. Архитектура «клиент-сервер». Многоуровневые (многослойные) архитектуры. Одноранговая архитектура. Достоинства и недостатки.
9. РИС и сеть *Internet*. *Web*-службы (сервисы) как элементы распределённых систем. Базовые протоколы и стандарты.
10. Современные «Фреймворки» для создания РИС. Принципы построения и основные компоненты.
11. Многопоточное параллельное программирование. Поддержка операционной системы. Процессы, потоки и нити. Способы синхронизации потоков.
12. Преобразование последовательных программ в параллельные. Стандарт и библиотека *OpenMP*. Основные директивы и их использование.
13. Системы обмена сообщениями. Стандарт и библиотека *MPI*. Сообщение как главное понятие *MPI*. Типы сообщений, параметры сообщений, специальные значения параметров. Основные принципы программирования, идентификация процессов и распределение заданий.

# Методические указания студентам

## Замечания по работ со средствами развёртывания

В качестве платформы предварительного развёртывания при выполнении домашних работ с использованием *Microsoft Visual Studio* используется многоядерный сервер с ОС *Microsoft Windows* 2012 *R*2 и системой управления конфигурацией *TRAC*. Доступ к серверу предоставляется заранее, что позволит проверить все возможные причины будущих «технических ошибок».

Авторы программы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Незнанов А.А. /

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Шапкин П.A. /

# Приложение 1. Методические рекомендации (материалы) преподавателю

Оформляются в виде отдельного приложения! Студентам они не нужны.