

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Томский  
государственный университет систем управления и радиоэлектроники»  
(ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Управление инновациями»

\_\_\_\_\_ А.Ф. Уваров

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

по дисциплине

**«Сети IP (Internet protocol)»**

Составлены кафедрой «Управление инновациями»

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 222000.68 «Инноватика»

Магистерская программа «Управление инновациями в электронной технике»

Форма обучения – очная

**Составитель:**

Профессор каф УИ

\_\_\_\_\_ С.П. Сущенко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Томск 2012 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Методические рекомендации к практическим занятиям .....	3
1. Функциональное сравнение иерархических сетевых архитектур .....	3
2. Методы выбора избыточных кодов и скремблеров для улучшения цифровых кодов.....	3
3. Сопоставительный анализ быстродействия синхронных и асинхронных протокольных процедур .....	4
4. Сравнительный анализ быстродействия случайного метода доступа в проводной и беспроводной среде .....	4
5. Организация корпоративной сети, основанной на бесклассовой маршрутизации .....	5
6. Построение маршрутов методом рельефов.....	5
7. Оптимизация размера сегмента мультипакетного сообщения в многозвенном тракте передачи данных .....	6
8. Методы выбора длительности сквозного тайм-аута и ширины окна.....	6
9. Методы сетевого взаимодействия прикладных программных систем .....	6
ЛИТЕРАТУРА:.....	8
Методические рекомендации к самостоятельной работе .....	9
1. Основы компьютерных сетей .....	9
2. Технологии физического уровня.....	9
3. Управление информационным каналом.....	10
4. Локальные сети .....	10
5. Уровень сетевого протокола.....	10
6. Уровень транспортного протокола .....	11
7. Структура прикладного уровня и совместное функционирование протоколов верхних уровней .....	11
ЛИТЕРАТУРА .....	13

## **Методические рекомендации к практическим занятиям**

Данное методическое руководство призвано закрепить теоретический материал, изложенный в лекциях, и вопросы, изученные студентами самостоятельно. Методическое руководство содержит краткое описание 9 практических занятий из различных тематических разделов учебной дисциплины и охватывает все основные вопросы, требующие практических навыков применения теоретических знаний.

### **1. Функциональное сравнение иерархических сетевых архитектур**

Современная идеология построения компьютерных сетей основана на семиуровневой модели взаимодействия открытых систем, предложенной международной организацией по стандартизации. В то же время практической моделью, доминирующей на рынке сетевых услуг, является четырехуровневая модель сети интернет. Практическое занятие предусматривает ознакомление с концептуальными требованиями к сетевой архитектуре, обсуждение связанной с требованиями функциональности необходимых архитектурных решений, подробное сопоставление функций различных уровней каждой из архитектур, распределение функций между уровнями при создании дейтаграммных сетей и сетей с сервисом виртуального вызова. Кроме того, обсуждается понятие протокола, его составные части, преобразование форматов протокольных блоков данных при обработке на различных уровнях архитектуры, классификация сетей по различным параметрическим основаниям, выполняется сравнение методов коммутации каналов и пакетов по различным операционным характеристикам (задержка, скорость передачи, эффективность использования средств связи, надежность, реакция на перегрузки и др.).

### **2. Методы выбора избыточных кодов и скремблеров для улучшения цифровых кодов**

Цифровое кодирование, широко используемое в современных компьютерных сетях, наряду с рядом достоинств имеет и неудовлетворительные свойства. Потенциальные коды, имеющие наиболее узкий спектр среди цифровых кодов и следовательно обеспечивающие потенциально высокие скорости передачи, обладают низкой самосинхронизацией и наличием в линии постоянной составляющей (при длинных последовательностях «0» или «1»). Для устранения этих недостатков широко применяется логическое кодирование исходных последовательностей бит, перед их передачей в линию связи, и обратное преобразование при приеме потока бит, подвергшихся логическому кодированию. Наиболее часто используются методы избыточного кодирования и скремблирование (перемешивание). Избыточные коды основаны на разбиении исходных

последовательностей бит на слова и их замене перед передачей в линию связи на новые символы с большим числом бит. Метод скремблирования реализует сложение по модулю 2 заданного числа сдвинутых друг относительно друга текущего и ранее переданных бит исходной последовательности. Практическое занятие предусматривает выявление принципов выбора избыточного кода и таблиц преобразования исходных символов в результирующие и обратно, определение объема накладных расходов, связанных с избыточным кодированием, и эффективной скорости передачи данных. При построении скремблеров обсуждается влияние на размер «длинной последовательности 0 или 1» числа перемешиваемых бит и расстояния между ними.

### **3. Сопоставительный анализ быстродействия синхронных и асинхронных протокольных процедур**

Протоколы канального уровня, обеспечивающие передачу данных между смежными маршрутизаторами. В общем случае различают два типа управляющих процедур взаимодействия соседних узлов – синхронную (для полудуплексных соединений) и асинхронную (для дуплексных соединений). Практическое занятие предусматривает построение содержательной математической модели управляющей протокольной процедуры, позволяющей учесть наиболее существенные факторы, определяющие быстродействие протокола, характеристики межузлового соединения и параметры протокола. Важнейшими факторами являются искажения протокольных блоков данных в прямом и обратном каналах связи и блокировки буферной памяти узла-получателя. Набор характеристик межузлового соединения включает физическую скорость, время переключения направления передачи, уровень искажений и объем буферной памяти приемника. Важнейшие протокольные параметры – длина протокольного блока данных и его заголовка, ширина управляющего окна. На практическом занятии анализируется влияние факторов, характеристик и параметров на эффективную скорость передачи данных и обсуждаются вопросы выбора оптимальных значений параметров протокола для различных управляющих процедур.

### **4. Сравнительный анализ быстродействия случайного метода доступа в проводной и беспроводной среде**

Современные подсети уровня абонентского доступа строятся на основе локальных сетей подразделений. Наиболее распространенным методом реализации подсетей абонентского доступа являются ЛВС, основанные на коммутируемой и разделяемой среде передачи данных проводных либо беспроводных сетей. В подавляющем большинстве случаев современные ЛВС с разделяемой средой строятся на основе случайного

множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов (CSMA/CD) в проводных шинных конфигурациях и случайного множественного доступа с контролем несущей и предотвращением конфликтов (CSMA/CA) – в беспроводных средах. Практическое занятие предусматривает построение математической модели протокольных процедур доступа к разделяемой среде передачи данных (проводной и беспроводной) и исследование вероятностно-временных характеристик. Обсуждается необходимость использования равномерного закона распределения случайной отсрочки после конфликта соперничающих станций и увеличения интервала, на котором выбирается случайная задержка, с ростом номера повторной передачи. Рассматривается простейшая модель соперничества однородных источников данных (узлов) и анализируется зависимость эффективного быстродействия управляющих протокольных процедур от количества соперников и начального размера конкурентного окна.

## **5. Организация корпоративной сети, основанной на бесклассовой маршрутизации**

Взрывной рост размеров сети интернет привел к дефициту сетевых IP-адресов (для сетевого протокола IP v.4). Формой рационального расходования адресного пространства является применение иерархии подсетей, основанной на идентификации сетей адресным полем с произвольной разрядностью. Центральным механизмом бесклассовой маршрутизации является использование масок переменной длины, требующее изменения структуры классической таблицы маршрутизации. Практическое занятие предусматривает разбиение корпоративной сети на подсети, распределение адресного пространства между подсетями, рассмотрение состава и структуры полей таблицы маршрутизации, обсуждение механизмов префиксного агрегирования подсетей, объединения маршрутов, выбора маршрута при «перекрытиях» (наличии нескольких альтернативных маршрутов), снижения размеров маршрутных таблиц, стимулирования перехода организаций на технологию бесклассовой маршрутизации.

## **6. Построение маршрутов методом рельефов**

Одним из наиболее распространенных классов протоколов маршрутизации являются протоколы, основанные на дистанционно-векторных алгоритмах (протоколы RIP, IGRP, EIGRP), реализующих в свою очередь т.н. метод рельефов. На практическом занятии на примере четырех узловой сети с различными весами дуг для различных направлений передачи данных обсуждается последовательность протокольных действий и состояний маршрутных таблиц узлов на последовательных этапах работы управляющего протокола. Анализируются причины возникновения петель и циклов в маршрутах,

рассматриваются механизмы и алгоритмические действия для предупреждения зацикливаний передаваемых потоков данных.

## **7. Оптимизация размера сегмента мультипакетного сообщения в многозвенном тракте передачи данных**

При передаче пользовательских данных на уровне транспортного протокола в многозвенных сетевых трактах проявляется конвейерный эффект, значительно снижающий задержку мультипакетных сообщений. На практическом занятии рассматривается процесс передачи мультипакетного сообщения в однородном и неоднородном многозвенном тракте и проявление конвейерного эффекта. Строится конвейерная модель процесса передачи пользовательского сообщения в детерминированном тракте. Исследуются зависимости задержки сообщения заданной длины от размера пакета, объема накладных расходов, длины пути, выраженной в количестве участков переприема. Решается задача выбора оптимальной длины пакета. Обсуждается процесс передачи смеси пакетов различной длины в многозвенном тракте.

## **8. Методы выбора длительности сквозного тайм-аута и ширины окна**

Важнейшими параметрами транспортного протокола, определяющими его быстродействие, являются размер окна и длительность сквозного тайм-аута ожидания уведомления от получателя информации о корректности приема данных. Для построения методов выбора протокольных параметров применяют потоковые и стохастические конвейерные модели процесса передачи данных. Практическое занятие предусматривает построение потоковой модели в виде цепи Маркова и модели процесса информационного переноса в виде стохастического конвейера. Потоковая модель дает возможность учесть очереди в транзитных узлах от внешних транспортных соединений, имеющих часть общего пути с анализируемым виртуальным соединением. Данная модель позволяет получить зависимость эффективной скорости передачи протокольных блоков данных от указанных протокольных параметров и из условия достижения заданного уровня потенциального быстродействия найти рациональную ширину окна как функцию длительности сквозного тайм-аута. Стохастическая конвейерная модель позволяет получить зависимость задержки абонентских сообщений от длительности тайм-аута и определить его из условия достижения заданного уровня сетевой задержки.

## **9. Методы сетевого взаимодействия прикладных программных систем**

Основным инструментом разработки сетевых приложений является сетевой метод доступа, базирующийся на именовании взаимодействующих сетевых объектов (сетевых прикладных процессов) сокетами (IP-адресами и номерами портов). Развитием данного инструментария являются средства, основанные на парадигме обмена сообщениями, концепции вызова удаленных процедур, механизме распределенной памяти совместного доступа, объектно-ориентированная парадигма алгоритмизации взаимодействия распределенных совместно используемых объектов. На практическом занятии обсуждаются достоинства и ограничения каждого из методов, удобство и трудоемкость разработки приложений пользователями, сложность реализации синхронных и асинхронных операций (вызовов) каждого из методов.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2008. - 957[3] с. : ил, табл. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 919-921. (20 экз в библи).
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети : пер. с англ. / Э. Таненбаум ; пер. В. Шрага. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 991[1] с. : ил., табл. - (Классика Computer Science). - Алф. указ.: с. 971-991. (1 экз в библи).



## **Методические рекомендации к самостоятельной работе**

Методическое руководство к самостоятельной работе призвано расширить знания теоретического материала, изложенных в лекциях, и стимулировать изучение студентами части тем учебной дисциплины самостоятельно. Методическое руководство содержит перечень вопросов из всех разделов учебной программы, предлагаемых к самостоятельному изучению. Проверка самостоятельного усвоения материала контролируется во время практических занятий по соответствующим разделам учебной программы.

### **1. Основы компьютерных сетей**

Основы организации компьютерных сетей охватывают вопросы выбора сетевой архитектуры, допускающей ее развитие на длительную перспективу практически без потерь инвестированных в создание сети средств. Развитие сети должно предусматривать возможность расширения сети (подключения новых узлов), включения в сеть неоднородного по составу и архитектуре компьютерного оборудования и программных средств, изменения функциональности сетевых сервисов и т.д. На самостоятельное изучение даются следующие темы: сравнение методов коммутации, преобразование форматов протокольных блоков данных при обработке на различных уровнях иерархии протоколов, обзор функциональности протоколов локальных и глобальных сетей. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на первом практическом занятии по теме «Функциональное сравнение иерархических сетевых архитектур».

### **2. Технологии физического уровня**

Основу технологий физического уровня составляют методы кодирования и мультиплексирования данных в линиях связи различной природы. В общем случае различают методы аналоговой модуляции синусоидального несущего сигнала изменением амплитуды, частоты или фазы и методы цифрового кодирования, основанные на передаче данных значениями потенциала сигнала, импульсами заданной полярности или перепадом потенциала определенного направления. Основной целью выбора того или иного метода кодирования является достижение максимально возможной скорости передачи данных при заданных ограничениях. На самостоятельное изучение даются следующие темы: стандарты на физический уровень протоколов, методы логического кодирования, частотное и временное мультиплексирование каналов связи, плезиохронная и синхронная цифровая иерархия (PDH и SDH). Проверка, полученных самостоятельно знаний,

реализуется через выступление и дискуссию на втором практическом занятии по теме «Методы выбора избыточных кодов и скрэмплеров для улучшения цифровых кодов».

### **3. Управление информационным каналом**

Для связи сетевых узлов между собой применяются протоколы управления информационным каналом, обеспечивающие выделение протокольных блоков данных (кадров) в потоке бит (функция фазирования), возможность передачи в теле кадра произвольной последовательности бит (функция прозрачности) и управление приемо-передачей данных в течение сеанса связи. Важнейшей задачей проектирования сети является выбор протокола и его параметров, обеспечивающих устойчивую связь узлов с максимально возможной скоростью в заданных условиях. На самостоятельное изучение даются следующие темы: бит- и байт-ориентированные протоколы, технологии глобальных сетей, протокол PPP, методы адресации физических интерфейсов. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на третьем практическом занятии по теме «Сопоставительный анализ быстродействия синхронных и асинхронных протокольных процедур».

### **4. Локальные сети**

Современные локальные сети являются основой абонентских сетей доступа к корпоративным и глобальным ресурсам. Доминирующими методами построения ЛВС являются технологии совместного использования коммутируемой либо разделяемой среды передачи данных, основанные на случайном методе доступа в проводной среде (в коммутируемом исполнении) и беспроводной среде (в разделяемом исполнении). На самостоятельное изучение даются следующие темы: кольцо с тактированным доступом, кольцо с маркерным доступом, шина с маркерным доступом, организация коммутаторов локальной сети, трансляция протоколов канального уровня. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на четвертом практическом занятии по теме «Сравнительный анализ быстродействия случайного метода доступа в проводной и беспроводной среде».

### **5. Уровень сетевого протокола**

Ядром современных компьютерных сетей является сетевой протокол. Основная задача протокола сетевого уровня состоит в именовании сетевых объектов и проводке пакетов данных от отправителя до адресата. Глобальной проблемой доминирующего в настоящее время протокола IP v.4 является дефицит адресного пространства (имен сетевых объектов), для рационального использования которого разработчиками

предложен ряд методов. Важнейшими на сетевом уровне являются вопросы выбора протоколов динамического построения маршрутных таблиц и настройки их работы в конкретных подсетях. На самостоятельное изучение даются следующие темы: доменные имена, протокол отображения IP-адресов на физические (локальные) адреса (ARP), протокол динамического выделения IP-адресов узлам сети (DHCP), методы борьбы с ложными маршрутами, сети дейтаграммного и виртуального сервиса, виды блокировок буферной памяти узлов сети (прямая; косвенная; сборки; вложенных квитанций; блокировки, обусловленные приоритетностью потоков; статистическое блокирование) и методы предупреждения блокировок, стратегии распределения буферной памяти узла коммутации между выходными направлениями передачи. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на пятом и шестом практических занятиях по темам «Организация корпоративной сети, основанной на бесклассовой маршрутизации» и «Построение маршрутов методом рельефов».

## **6. Уровень транспортного протокола**

Задачей транспортного протокола является сквозная передача абонентских данных. Эффективная скорость передачи пользовательских данных определяется множеством факторов, в том числе значениями протокольных параметров: длина сетевого фрагмента, ширина окна, длительность сквозного тайм-аута. Выбор этих параметров является важнейшей задачей проектировщика сети. На самостоятельное изучение даются следующие темы: анализ задержки мультипакетного сообщения в многозвенном детерминированном тракте передачи данных, трубопроводный эффект, задержка сообщения в неоднородном виртуальном канале, оптимальное разбиение сообщения на фрагменты, оптимизация размера фрагмента в сети с учетом искажений в каналах связи, влияние длительности сквозного тайм-аута на среднюю задержку пакета в виртуальном канале, задержка сообщения в нагруженном тракте передачи данных. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на седьмом и восьмом практических занятиях по темам «Оптимизация размера сегмента мультипакетного сообщения в многозвенном тракте передачи данных» и «Методы выбора длительности сквозного тайм-аута и ширины окна».

## **7. Структура прикладного уровня и совместное функционирование протоколов верхних уровней**

На верхних уровнях сетевой иерархической архитектуры организуется диалог между прикладными процессами, обеспечивается функция преобразования пользовательских данных в форму, понятную взаимодействующим абонентам и

реализуются различные функционально-ориентированные формы взаимодействия прикладных процессов. Важнейшим элементов функционального взаимодействия является языковой интерфейс (сетевой метод доступа), позволяющий выполнять разработку сетевых приложений. Основной задачей самостоятельной работы является ознакомление с различными инструментальными средствами создания распределенных приложений. На самостоятельное изучение даются следующие темы: обеспечение интерфейса между взаимодействующими приложениями, служба управления ассоциацией прикладных объектов, служба управления выполнением, завершением и восстановлением прикладных процессов, протокол передачи, доступа и управления файлом, модель виртуального файлохранилища. Проверка, полученных самостоятельно знаний, реализуется через выступление и дискуссию на девятом практическом занятии по теме «Методы сетевого взаимодействия прикладных программных систем».

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2008. - 957[3] с. : ил, табл. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 919-921. (20 экз в библи).

2. Таненбаум Э. Компьютерные сети : пер. с англ. / Э. Таненбаум ; пер. В. Шрага. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 991[1] с. : ил., табл. - (Классика Computer Science). - Алф. указ.: с. 971-991. (1 экз в библи).

### Дополнительная литература

1. Ретана А., Слайс Д., Уайт Р. Принципы проектирования корпоративных IP-сетей.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 368 с.

2. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник / С.А.Аничкин, С.А.Белов, А.В.Бернштейн и др.; Под ред. И.А.Мизина, А.П.Кулешова. – М.: Радио и связь, 1990. – 504 с.

3. Стандарты по локальным вычислительным сетям: Справочник / В.К.Щербо, В.М.Киричев, С.И.Самойленко; Под ред. С.И.Самойленко. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.

4. Вычислительные сети и сетевые протоколы: Пер. с англ./ Дэвис Д., Барбер Д., Прайс У., Соломонидес С. – М.: Мир, 1982. – 562с.

5. Богуславский Л.Б. Управление потоками данных в сетях ЭВМ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168 с.

6. Блэк Ю. Сети ЭВМ: Протоколы, стандарты, интерфейсы. - М.: Мир, 1990. – 506 с.

7. Якубайтис Э.Я. Локальные информационно-вычислительные сети. – Рига: Зинатне, 1985. – 284 с.

8. Сипсер Р. Архитектура связи в распределенных системах. В 2 кн. – М.: Мир, 1981. – 744 с.

9. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование. Пер. с англ./ Под ред. В.А. Жожикашвили. – М.: Радио и связь, 1981. – 336 с.

10. Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.П.Сети коммутации пакетов. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.

11. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 544 с.

12. Самойленко С.И. Сети ЭВМ. - М.: Наука, 1986. – 243 с.

13. Бутрименко А.В. Разработка и эксплуатация сетей ЭВМ. М.: Финансы и статистика, 1981. – 256 с.

14. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных: Пер. с англ./ Под ред. Ф.Ф.Куо. – М.: Радио и связь, 1985. – 480 с.

15. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.