

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор института прикладной
математики и компьютерных наук
А.В. Замятин
« 02 » июля 2021 г.



Компьютерные сети

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>прикладной информатики</i>
Учебный план	<i>02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль «DevOps-инженерия в администрировании инфраструктуры ИТ-разработки»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>4 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>144</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>54,7</i>
самостоятельная работа	<i>89,3</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 6 – экзамен</i>

Программу составила:
д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной информатики

С.П. Сущенко

Рецензент:
д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры теоретических основ информатики

Ю.Л. Костюк

Рабочая программа дисциплины «Компьютерные сети» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной информатики

Протокол от 09 июня 2021 г. № 17

Заведующий кафедрой прикладной информатики,
д-р техн. наук, профессор

С.П. Сущенко

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор

С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – Обучить студентов принципам организации компьютерных сетей, сетевых технологий и протоколов. В результате освоения дисциплины обучающийся приобретает навыки применения теории компьютерных сетей при проектировании сетей масштаба предприятия и настройке сетевых протоколов и сервисов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Компьютерные сети» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Компьютерные науки».

Пререквизиты дисциплины: Основы программирования, Дискретная математика, Архитектура вычислительных систем, Операционные системы

Постреквизиты дисциплины: Нейронные сети.

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-2 Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ОПК	ИОПК-2.1 Использует методы построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем - ИОПК-2.2 Использует фундаментальные знания для реализации алгоритмов пригодных для практического применения в области информационных систем и технологий - ИОПК-2.3 Разрабатывает алгоритмы и программы при решении задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.1 Знает функциональность и особенности стеков протоколов комплексирования распределенных вычислительных систем и компьютерных сетей. ИОПК-2.2 Умеет выполнять обоснованный выбор протоколов и реализующего их программного обеспечения для многомашинных вычислительных систем и корпоративных компьютерных сетей на различных технических платформах. ИОПК-2.3 Владеет первичными навыками сетевого администратора и разработчика распределенных приложений. настройки протоколов, служб и сервисов отображения разно уровневых адресов (MAC, IP, DNS-имен), динамического выделения сетевых адресов конечным абонентам в лизинг, навыками настройки пограничных маршрутизаторов для использования автономных адресов в сетях уровня доступа, программирования сетевого обмена данными между конечными абонентами, навыками мониторинга состояния (работоспособности и загрузки) отдельных устройств, каналов связи, транспортных соединений и подсетей, локализации узких мест, неисправностей и некорректных настроек в иерархии протоколов и сетевых устройствах.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоёмкость в академических часах	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	54,7	54,7
Лекции (Л):	48	48
Практики (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	2	2
Индивидуальные консультации	2,4	2,4
Промежуточная аттестация	2,3	2,3
Самостоятельная работа обучающегося:	89,3	89,3
- изучение учебного материала, публикаций	57,6	57,6
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	31,7	31,7
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	Се м е с т р	Часы в электро нной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
1	1. Основы компьютерных сетей Эволюция вычислительных систем. Сетевые ресурсы. Методы коммутации в сетях передачи данных (СПД). Сравнение методов коммутации. Классификация СПД. Сети с маршрутизацией и селекцией информации. Концептуальные требования к архитектуре вычислительной сети. Понятие протокола. Принципы управления распределенными вычислительными системами. Стандартизирующие органы в области сетевых технологий. Семиуровневая модель архитектуры вычислительных сетей МОС (эталонная модель взаимодействия открытых систем – ВОС). Концепция служб, интерфейсов и протоколов модели ВОС. Архитектура глобальной сети Internet. Сравнение архитектур. Преобразование потока данных управляющими протоколами при передаче по сети (протокольные блоки данных и инкапсуляция).	Лекции	6		6	1,2,3	ОР-2.1.1, ОР-2.1.2 ОР-2.2.1, ОР-2.2.2 ОР-2.3.1, ОР-2.3.2
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	6		8		
2	2. Технологии физического уровня Функции и структура физического канала связи. Состав аппаратуры линии связи. Стандарты на данный уровень протоколов. Выделенные и коммутируемые линии связи. Характеристики линии связи. Аналоговые и цифровые каналы связи. Методы аналоговой модуляции. Модуляционная и информационная скорость. Методы цифрового кодирования. Требования к методам цифрового кодирования. Потенциальные и импульсные коды. Методы логического кодирования (избыточные коды, скремблирование). Дискретная модуляция аналоговых сигналов. Частотное (де)мультиплексирование аналоговых каналов. Временное (де)мультиплексирование цифровых каналов. Плездохронная цифровая иерархия (PDH). Синхронная цифровая иерархия (SDH).	Лекции	6		6	1, 2, 3	ОР-2.1.1, ОР-2.1.2 ОР-2.2.1, ОР-2.2.2 ОР-2.3.1, ОР-2.3.2
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС			8		
3	3. Управление информационным каналом (звеном передачи данных) Бит- и байт-ориентированные протоколы. Методы выделения кадра в потоке бит/байт (фазирование). Методы обеспечения прозрачности. Протокол HDLC. Формат кадра. Типы кадров. Управляющие команды и ответы. Старт-стопные и	Лекции	6		6	1, 2, 3	ОР-2.1.1, ОР-2.1.2 ОР-2.2.1, ОР-2.2.2 ОР-2.3.1, ОР-2.3.2

	конвейерные протоколы управления информационным каналом. Понятие окна. Групповой и селективный режимы повторной передачи искаженных кадров. Полудуплексная (нормальная/синхронная) процедура управления звеном передачи данных. Дуплексная (асинхронная) процедура управления звеном передачи данных. Анализ влияния искажений информационных кадров в прямом канале и подтверждений в обратном канале на быстроедействие старт-стопной, нормальной и асинхронной процедур управления звеном передачи данных. Методы выбора протокольных параметров (длина кадра, размер окна). Анализ влияния блокировок ограниченной буферной памяти транзитного узла-получателя на пропускную способность двухзвенного фрагмента сети, управляемого старт-стопным протоколом. Протокол PPP. Технологии ISDN, Frame Relay, ATM. Адресация абонентов глобальной сети.						
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	6		8		
4	4. Технологии построения локальных сетей Методы совместного использования разделяемой среды передачи данных. Стандартизуемые методы доступа к разделяемой среде. Кольцо с тактированным доступом. Кольцо с маркерным доступом. Шина с маркерным доступом. Шина со случайным доступом. Анализ влияния коллизий конкурирующих абонентов на быстроедействие случайного метода доступа. Технологии Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Беспроводные локальные сети. Анализ индивидуального быстроедействия абонента беспроводной сети. «Эффект захвата» разделяемой беспроводной среды одним из конкурирующих абонентов. Логическая структуризация сети с помощью коммутаторов. Устройства структуризации. Организация коммутаторов локальной сети. Коммутация «на лету», с частичной и полной буферизацией. Виды фильтрации кадров. Варианты управления потоком кадров в полудуплексном и дуплексном режимах работы портов коммутатора. Техническая реализация коммутаторов на основе коммутационной матрицы, многовходовой разделяемой памяти, общей шины. Алгоритм покрывающего дерева. Трансляция протоколов канального уровня. Виртуальные локальные сети. Построение виртуальных локальных сетей на основе группировки портов коммутатора и на основе группировки MAC-адресов абонентов.	Лекции	6		6	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	6		8		
5	5. Уровень сетевого протокола Методы адресации сетевых объектов. Физическая и логическая адресация. Групповые и многопунктовые адреса. Широковещание. Плоские и иерархические адреса. Классы сетевых IP-адресов версии 4. Применение масок при IP-адресации. Доменные имена. Протокол отображения IP-адресов на физические	Лекции	6		12	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2

	(локальные) адреса (ARP). Протокол динамического назначения (выделения) IP-адресов узлам сети (DHCP). Методы экономии адресного пространства и решения проблемы дефицита адресов. Бесклассовая маршрутизация. Трансляция сетевых адресов и портов (NAT/PAT). Масштабируемая система IP-адресации версии 6. Сетевой протокол IPv4. Формат пакета. Методы маршрутизации. Стратегия принятия решения, место принятия решения и информация для принятия решения о изменении маршрута. Цена пути. Фиксированная и адаптивная маршрутизация. Централизованные, распределенные и иерархические адаптивные алгоритмы. Изолированные и кооперированные алгоритмы. Основные требования к алгоритму маршрутизации. Дистанционно-векторный алгоритм маршрутизации АРПА1 (DVA). Сходимость и основные недостатки алгоритма (зацикливание и колебательные явления). Методы борьбы с ложными маршрутами. Алгоритм маршрутизации на основе состояния линий связи АРПА2 (LSA). Протоколы маршрутизации RIP и OSPF. Протокол ICMP. Особенности протокола IPv6. 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. Методы управления сетевыми потоками.						
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	6		8		
6	6. Уровень транспортного протокола Транспортные протоколы, ориентированные на соединение, протоколы без соединения. Идентификация (адресация) прикладных процессов и информационных потоков к ним и от них портами. Мультиплексирование потоков данных от различных приложений. Демультиплексирование сетевого потока между абонентскими прикладными службами. Формат сегмента сообщения. Команды транспортного протокола. Процедуры управления сквозной транспортировкой данных. Механизм управления потоком между корреспондирующими абонентами (прикладными процессами) на основе механизма скользящего окна. Протокол ТСР. Анализ задержки мультипакетного сообщения в многозвенном детерминированном тракте передачи данных. Ковейерный 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 (однородный и неоднородный по длинам сегментов трафик). Факторы, определяющие быстродействие транспортного соединения.	Лекции	6		6	1, 2, 3	ОП-2.1.1, ОП-2.1.2 ОП-2.2.1, ОП-2.2.2 ОП-2.3.1, ОП-2.3.2
	Форма СРС:	СРС	6		8		

	- изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.						
7	7. Структура прикладного уровня и совместное функционирование протоколов верхних уровней Протокол сеансового уровня. Фазы и услуги сеансовой службы с установлением соединения. Сеансовая служба без установления соединения. Представительный протокол. Услуги представительной службы (преобразование форматов, сжатие информации, средства обеспечения безопасности). Преобразование представлений прикладным процессам через локальные и стандартные форматы. Протоколы прикладного уровня. Обеспечение интерфейса между взаимодействующими приложениями. Протоколы аутентификации. Служба управления ассоциацией прикладных объектов. Служба управления выполнением, завершением и восстановлением прикладных процессов. Протокол передачи, доступа и управления файлом. Модель виртуального файлохранилища. Протокол виртуального терминала. Модель среды виртуального терминала. Протокол передачи и обработки заданий. Протокол приема-передачи электронной почты. Средства разработки сетевых приложений. Понятие сокета.	Лекции	6		6	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2
	Форма СРС: - изучение учебного материала, публикаций, - подготовка к рубежному контролю по теме/разделу.	СРС	6		9,6		
	Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена	СРС	6		31,7	1, 2, 3	
	Прохождение промежуточной аттестации в форме экзамена	Э	6		4,3		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Экзаменационная оценка по дисциплине выставляется как среднеарифметическая из итогов текущего контроля успеваемости (по результатам письменных контрольных работ). Текущий контроль успеваемости осуществляется на контрольных неделях семестра. Для улучшения оценки в период сессии проводится устный экзамен по материалам всех лекций и практических занятий.

Примеры вопросов для письменного текущего контроля

1. Сравнительный анализ семиуровневой модели архитектуры вычислительных сетей МОС (эталонная модель взаимодействия открытых систем – ВОО) и архитектуры глобальной сети Internet.
2. Понятие протокола. Преобразование потока данных управляющими протоколами при передаче по сети (протокольные блоки данных и инкапсуляция).
3. Методы цифрового кодирования. Требования к методам цифрового кодирования. Потенциальные и импульсные коды. Методы логического кодирования, избыточные коды и скремблирование.
4. Дискретная модуляция аналоговых сигналов. Частотное (де)мультиплексирование аналоговых каналов. Временное (де)мультиплексирование цифровых каналов. Плезиохронная цифровая иерархия (PDH). Синхронная цифровая иерархия (SDH).
5. Полудуплексная (нормальная/синхронная) процедура управления звеном передачи данных. Дуплексная (асинхронная) процедура управления звеном передачи данных.
6. Беспроводные локальные сети. «Эффект захвата» среды передачи данных беспроводной сети.
7. Методы адресации сетевых объектов. Плоские и иерархические адреса. Классы сетевых IP-адресов версии 4. Масштабируемая система IP-адресации версии 6.
8. Повторное использование адресного пространства. Трансляция сетевых адресов и портов (NAT/PAT). Методы экономии адресного пространства.
9. Дистанционно-векторный алгоритм маршрутизации АРПА1. Сходимость и основные недостатки алгоритма (зацикливания и колебательные явления). Методы борьбы с ложными маршрутами.
10. Алгоритм маршрутизации на основе состояния линий связи АРПА2. Протоколы маршрутизации RIP и OSPF.
11. Транспортные протоколы, ориентированные на соединение, протоколы без соединения. Идентификация (адресация) прикладных процессов и информационных потоков к ним и от них портами.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для текущей аттестации, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов текущей аттестации, приведены в Приложении 2 к рабочей программе «Примерные оценочные средства текущей аттестации».

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Таненбаум Э.	Компьютерные сети. 5-е изд.	СПб.: Питер	2010 г., 992 с.
2.	Олифер В.Г., Олифер Н.А.	Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы	СПб.: Питер	2010 г., 958 с.
Дополнительная литература				
3.	Олифер В.Г., Олифер Н.А.	Сетевые операционные системы	СПб.: Питер	2009 г., 544 с.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ: [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2021- . – URL: <http://e.lanbook.com>

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS Windows; MS Office.

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения лабораторных занятий. Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в форме самостоятельного изучения основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами. В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используется основная и дополнительная литература по предмету, Интернет-ресурсы, материал лекций.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Сущенко Сергей Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики ТГУ

7. Язык преподавания – русский язык.