

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Рабочая программа дисциплины

Компьютерные сети

по направлению подготовки

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) подготовки:

Искусственный интеллект и разработка программных продуктов

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.В. Замятин

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-6. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Обладает необходимыми знаниями основных концепций современных вычислительных систем.

ИОПК-2.2. Использует методы высокопроизводительных вычислительных технологий, современного программного обеспечения, в том числе отечественного происхождения.

ИОПК-2.3. Использует инструментальные средства высокопроизводительных вычислений в научной и практической деятельности.

ИОПК-6.1. Обладает необходимыми знаниями в области информационных технологий, в том числе понимает принципы их работы.

ИОПК-6.2. Применяет знания, полученные в области информационных технологий, при решении задач профессиональной деятельности.

ИОПК-6.3. Использует современные информационные технологии на всех этапах разработки программных систем.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить принципы организации распределенных компьютерных сетей, сетей уровня абонентского доступа, облачных вычислений и сервисов.

– Научиться применять знания о компьютерных сетях для создания единого информационного пространства людей, вещей и приложений, механизмов коммуникаций в индустрии обработки информации, электронном документообороте, автоматизации деловых и технологических процессов в промышленности, здравоохранении, образовании и пр.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Компьютерные науки».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты априорного освоения принципов алгоритмизации, основ организации вычислительных систем и обучения по следующим дисциплинам: архитектура вычислительных систем, операционные системы

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:
-лекции: 48 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 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).

Тема 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. Плезиохронная цифровая иерархия (PDH). Синхронная цифровая иерархия (SDH).

Тема 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 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.

Тема 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 быстродействие случайного метода доступа. Технологии Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Беспроводные локальные сети. Процедурные особенности метода доступа WiFi. Анализ индивидуального быстродействия 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.

Тема 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 (локальные) адреса в локальных и глобальных сетях (ARP). Протокол динамического назначения (выделения) IP-адресов узлам сети (DHCP). Методы экономии адресного пространства и решения проблемы дефицита адресов. Бесклассовая маршрутизация. Автономные адреса и их повторное использование. 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 ARPANET (DVA). Сходимость и основные недостатки алгоритма (зацикливание и колебательные явления). Методы борьбы с ложными маршрутами. Алгоритм маршрутизации на основе состояния линий связи ARPANET (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. Программно-определяемые сети (SDN). Протокол OpenFlow. Протокол автоматического распознавания связей BDDP. Конвейер таблиц продвижения. Проблемы OpenFlow. Виртуализация сетевых функций (NFV). Мобильные телекоммуникационные сети. Мобильный IPv4 и IPv6. Новое радио (New Radio).

Тема 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 ТСП. Анализ задержки мульти пакетного сообщения в многозвенном детерминированном тракте передачи данных. Конвейерный эффект. Задержка сообщения в неоднородном виртуальном канале. Оптимальное разбиение сообщения на фрагменты. Оптимизация размера фрагмента в сети с учетом искажений в каналах связи. Влияние размера окна и 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. Методы прямой коррекции ошибок на уровне транспортного протокола и их влияние на реальное быстродействие транспортного соединения в условиях высокой интенсивности помех. Влияние конкуренции за сетевые ресурсы соперничающих абонентов на индивидуальное быстродействие транспортных соединений.

Тема 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. Понятие сокета. Библиотека Winsock на основе сокетной парадигме Berkley Sockets. Библиотека Winsock 2.0. Протокол и адресация DNS. Сервис Telnet. Протокол и сервис FTP. Почтовый сервис и протоколы POP3, SMTP и IMAP. Формат почтовых сообщений. Язык HTML, каскадные стили. Язык SVG. Язык XML, стили XSL. CGI скрипты. Протокол HTTP. Язык Java. Язык Perl. Язык PHP. ASP.NET. Сетевая безопасность. Пиринговые сети. Введение в параллельные вычисления. Модель параллельного вычислителя. Существующие параллельные архитектуры: MPP, SMP, NUMA, PVP, кластерные системы, сети с разнородными вычислителями. Модели параллельного программирования (UMA, NUMA). Методологический подход к созданию параллельных алгоритмов: де-композиция, связь, объединение. Библиотеки и технологии для параллельного программирования: OpenMP, MPI. Подходы для автоматического распараллеливания. Облачные и туманные вычисления. Модели облачных вычислений. Особенности организации приложений интернета вещей.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в шестом семестре проводится письменной форме по билетам. Экзаменационный билет включает теоретические вопросы, оценивающие достижение запланированных индикаторов, решение практических задач и интерпретацию полученных результатов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в LMS iDo.
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).
- в) Плана семинарских / практических занятий по дисциплине нет.
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ приведены в электронном университете «Moodle».
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов приведены в электронном университете «Moodle».

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2020. – 1008 с.
 - Сущенко С.П. Математические модели компьютерных сетей. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. – 272 с.
- б) дополнительная литература:
 - Михеев П.А., Сущенко С.П. Математические модели сетей уровня доступа. Новосибирск: Наука, 2015. – 232 с.
 - Гольдштейн Б.С. Инфокоммуникационные сети и системы. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 208 с.
- в) ресурсы сети Интернет:
 - открытые онлайн-курсы

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
 - Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юпайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- в) профессиональные базы данных (*при наличии*):
 - Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) –
<https://www.fedstat.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные компьютерами, коммутаторами, маршрутизаторами, беспроводными точками доступа WiFi.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Сущенко Сергей Петрович, д-р техн. наук, профессор, кафедра прикладной информатики ИПМКН ТГУ, заведующий кафедрой