

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра физико-технической информатики**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

**Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	108	32	64		10				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 98 часов										
Компетенции ПК-2										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3	Трудоёмкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4	Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5	Перечень учебной литературы.	7
6	Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.	8

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Основной целью учебного курса «**Основы компьютерных сетей**» является знакомство с технологиями и базовыми принципами передачи информации в цифровом виде, построением и управлением современными компьютерными и технологическими сетями, основами проектирования и разработки распределенных систем и программных протоколов связи. Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенции ПК-2.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>ПК – 2.2. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные физические протоколы связи и области их применения; основные стандартные программные протоколы связи и области их применения; принципы построения локальных и глобальных сетей связи; базовые инструменты настройки и администрирования локальной сети.</p> <p>Уметь анализировать и проводить диагностику программных протоколов связи; организовывать локальную сеть с использованием технологий Ethernet и Wi-Fi, обеспечивать ее связь с другими сетями / Internet; применять в собственной разработке сторонние библиотеки, реализующие протоколы высокого уровня.</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Для успешного освоения курса «**Основы компьютерных сетей**» студенты должны обладать знаниями и умениями, преподаваемые в рамках курсов по программированию на C++ и Python и использованию UNIX Shell.

3 Трудоёмкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6		32	64		10				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 98 часов										
Компетенции ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: задания на лабораторных работах;
- промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 3 зачётные единицы:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- лабораторные занятия – 64 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 10 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, лабораторные занятия, дифференцированный зачёт) составляет 98 часов.

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации	
				Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
1.	Введение в сети передачи данных. Сетевой интерфейс.	1	6	2	4				
2.	IPv4. Адресация. Сети, подсети.	2	7	2	4		1		
3.	IPv4. Broadcast, unicast, multicast	3	7	2	4		1		
4.	IPv6	4	6	2	4				
5.	ARP, DHCP, DNS	5	7	2	4		1		
6.	Маршрутизация. iptables	6	7	2	4		1		
7.	Ethernet in-depth	7	6	2	4				
8.	Обзор сетевого оборудования. Wi-Fi.	8	6	2	4				
9.	Понятие протокола. Модель OSI/ISO	9	6	2	4				
10.	Датаграммы, потоки. TCP, UDP	10	6	2	4				
11.	Концепция сокетов. BSD Socket API	11	8	2	4		2		
12.	Принципы разработки клиента и сервера.	12-13	15	4	8		3		
13.	Рассмотрение протоколов HTTP и MQTT. Websocket, HTTPS	14-15	13	4	8		1		
14.	Промышленные сети связи. CAN, RS-485, Ethercat	16	6	2	4				
15.	Дифференцированный зачёт	17	2						2
Всего			108	32	64		10		2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Введение в сети передачи данных. Сетевой интерфейс. (2 часа)
2. IPv4. Адресация. Сети, подсети. (2 часа)
3. IPv4. Broadcast, unicast, multicast. (2 часа)
4. IPv6. (2 часа)
5. ARP, DHCP, DNS. (2 часа)
6. Маршрутизация. Iptables. (2 часа)
7. Ethernet in-depth. (2 часа)
8. Обзор сетевого оборудования. Wi-Fi. (2 часа)
9. Понятие протокола. Модель OSI/ISO. (2 часа)
10. Датаграммы, потоки. TCP, UDP. (2 часа)
11. Концепция сокетов. BSD Socket API. (2 часа)
12. Принципы разработки клиента и сервера. (4 часа)
13. Рассмотрение протоколов HTTP и MQTT. Websocket, HTTPS. (4 часа)
14. Промышленные сети связи. CAN, RS-485, Ethercat. (2 часа)

Программа лабораторных занятий (64 часа)

Раздел 1. Работа с сокетами (8 часов)

Задания по выбору:

- Simple proxy,
- простой HTTP-сервер,
- децентрализованный чат с использованием broadcast,
- централизованный чат с использованием TCP,
- тестер характеристик сетевого подключения.

Раздел 2. Работа с высокоуровневыми библиотеками (8 часов)

Задания по выбору:

- уведомления по XMPP,
- туннелирование TCP поверх XMPP,
- ZeroMQ echo-сервер с балансировкой нагрузки,
- FTP-сервер “с поддержкой CGI”,
- шлюз IMAP – FTP,
- индикатор сетевой активности.

Раздел 3. Администрирование (12 часов)

Задания по выбору:

- SSH-сервер и SSH port forwarding,
- настройка DNS-сервера,
- настроить iptables,
- LAMP,
- загрузка по сети,
- автоматическое обнаружение прокси-сервера.

Раздел 4. Организация сетей (12 часов)

Задания по выбору:

- настройка Wi-Fi маршрутизатора с NAT и пробросом портов,
- VLAN,
- VPN-туннель и маршрутизация.

Раздел 5. Диагностика сетей (12 часов)

Задания по выбору:

- анализ данных при помощи программы Wireshark,
- реконструкция изображений из сетевого трафика.

Раздел 6. Комплексные задания (12 часов)

По выбору:

- port knocking daemon,
- fail2ban,
- распределённое хранилище файлов,
- голосовое общение.

Самостоятельная работа студентов (10 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	6
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	4

5 Перечень учебной литературы.

- 1 В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети"]. - СПб. и др.: ПИТЕР, 2001. - 668 с. (53 экз.)
- 2 М. Гук. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия, СПб, Питер 2002. - 815 с. (21 экз.)

6 Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

3. Э. Таненбаум. Современные операционные системы = Modern Operating Systems: [пер. с англ.] / 2-е изд. - СПб. и др.: ПИТЕР, 2007. - 1037 с. (59 экз.)

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office. Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

9 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «**Основы компьютерных сетей**» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется по методике сдачи заданий из каждого раздела «Программы практических занятий», приведенных в разделе 4. Методика учитывает своевременность сдачи заданий, способность объяснить решение и аргументировать выбор

данного решения. В случае необходимости преподаватель может дать обучающемуся дополнительную задачу. Примеры дополнительных задач приведены в п. 10.3.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-2 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Дифференцированный зачёт проводится в конце семестра.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК – 2.2. Использует специализированные знания в области физики и математики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать основные физические протоколы связи и области их применения; основные стандартные программные протоколы связи и области их применения; принципы построения локальных и глобальных сетей связи; базовые инструменты настройки и администрирования локальной сети. Уметь анализировать и проводить диагностику программных протоколов связи; организовывать локальную сеть с использованием технологий Ethernet и Wi-Fi, обеспечивать ее связь с другими сетями / Internet; применять в собственной разработке сторонние библиотеки, реализующие протоколы высокого уровня.	Задания на лабораторных работах, дифференцированный зачёт в устной форме.

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Основы компьютерных сетей».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6

Полнота знаний	ПК-2.2	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК-2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач

Задача 1. Simple proxy

Написать программу, которая на каждое входящее TCP-соединение на указанный порт порождает исходящее и коммутирует их (данные, поступающие по одному соединению, тут же отправляет по-другому и наоборот). Отдельно следует отметить, что программа должна поддерживать несколько одновременных входящих соединений.

Задача 2. Децентрализованный чат с использованием broadcast

Написать программу, позволяющую нескольким пользователям обмениваться текстовыми сообщениями с использованием широковещательных пакетов в одноранговой сети без использования выделенного “сервера”. Дополнительно можно реализовать поддержку работы в сети сложной топологии с использованием ретрансляции пакетов на узлах с несколькими интерфейсами.

Задача 3. Централизованный чат с использованием TCP

Написать программу, позволяющую нескольким пользователям обмениваться текстовыми сообщениями через выделенный сервер. Необходимо придумать свой протокол, реализовать авторизацию, отправку сообщений и передачу информации о статусе клиента (как минимум подключен/отключен). Дополнительно можно реализовать шифрование соединения посредством TLS.

Задача 4. Индикатор сетевой активности

Написать программу, перехватывающую сетевой трафик и графически отображающую временную зависимость сетевой активности (количества захваченных данных в единицу времени). Предполагается использование библиотеки pcap. Также необходимо реализовать

возможность задания произвольного фильтра на учитываемый сетевой трафик (см. `rsar-filter`).

Возможна сдача решений, представляющих собой комбинации готовых утилит; такие решения принимаются на усмотрение преподавателя, оцениваются в первую очередь адекватность подхода и выбранных средств, корректность, краткость и элегантность.

Задача 5. Настроить iptables и SSH port forwarding

Настроить `iptables` так, чтобы были запрещены все входящие соединения с внешних интерфейсов, кроме соединений на 22 порт TCP. Запустить и настроить, если это необходимо, SSH-сервер. Продемонстрировать удаленный доступ к локальному ресурсу посредством SSH port forwarding.

Задания для дифференцированного зачёта

В этой части приведены описания нескольких возможных комплексных заданий. Студент может сам придумать собственное задание и после обсуждения с преподавателем может выполнять его.

Голосовое общение

Написать программу для (одно-)двухсторонней передачи голоса между двумя или более пользователями без выделенного сервера в одноранговой сети. Для компрессии речи необходимо использовать существующий кодек, например, Speex, Opus или Vorbis. Использование протоколов SIP и RTP принесет автору дополнительные баллы.

Распределённое хранилище файлов

Написать программу, реализующую избыточное и распределенное хранилище файлов на нескольких узлах одной сети. Дополнительное усложнение: отсутствие выделенного сервера; степень избыточности, не равную числу узлов; реализация избыточности с использованием XOR вместо дублирования; возможность подключить хранилище как файловую систему посредством FUSE или аналога; предоставление доступа к данным посредством какого-либо общепринятого протокола передачи файлов.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Основы компьютерных сетей»
Направление: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного