

Минобрнауки России

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Борисов Дмитрий Николаевич
Кафедра информационных систем

10.04.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.04.01 Сетевая подсистема Linux

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки/специализация: Инженерия информационных систем и технологий

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра информационных систем

6. Составители программы:

Савинков Андрей Юрьевич, д.т.н., профессор

7. Рекомендована:

рекомендована НМС ФКН 05.03.2024, протокол № 5

8. Учебный год:

2026-2027

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: формирование знаний, умений и навыков для эффективного использования сетевой подсистемы Linux при решении задач профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- представить основы архитектуры и основные функции сетевого стека ядра Linux;
- рассмотреть интерфейс сокетов, основные утилиты и интерфейсы для управления сетевой подсистемой;
- сформировать базовые навыки управления сетевой подсистемой Linux;
- рассмотреть вопросы практического использования сетевой подсистемы Linux в прикладных программах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

учебная дисциплина относится к части блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и умения, приобретаемые при изучение следующих дисциплин: введение в программирование, язык программирования Си, теория информационных процессов и систем, операционные системы.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки),соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-4 Обеспечение работы технических и программных средств информационно-коммуникационных систем	ПК-4.2 Знает методы технического проектирования системы и сопровождения разработанных проектных решений	Знает основные сетевые протоколы, знает программные интерфейсы и утилиты анализа и верификации сетевого взаимодействия, знает архитектуру, программные интерфейсы и основные структуры данных сетевой подсистемы Linux, знает основные системные утилиты для настройки сетевой подсистемы Linux

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

2/72

Форма промежуточной аттестации:

Зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 6	Всего
Аудиторные занятия	48	48
Лекционные занятия	32	32
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	24	24
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Базовые принципы сетевого взаимодействия	Иерархия сетевых протоколов, модели OSI и DoD, сетевой стек, обзор основных сетевых протоколов (Ethernet, IP, TCP, UDP), адресация на канальном и сетевом уровнях, протокол ARP, широковещательные домены, межсетевая маршрутизация, адреса URL, протокол DNS, управление сетью, протокол ICMP, протокол DHCP, протокол SNMP, передача трафика реального времени, протокол RTP, прозрачный мост IEEE 8021D, виртуальные сети (VLAN), многоадресная передача (протокол IGMP), туннелирование (инкапсуляция) протоколов, трансляция адресов (NAT), трансляция портов (PAT)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
1.2	Архитектура сетевой подсистемы Linux	Обзор сетевого стека ядра Linux, основные структуры данных сетевой подсистемы (sk_buf, net_device, socket, sock), подсистема маршрутизации, подсистема учета соседей, Netfilter поддержка QoS, настройка сетевой подсистемы Linux	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.3	Интерфейс сокетов	Абстракция сетевых сокетов, типы сокетов, состояния сокетов, программный интерфейс сокетов (создание сокета, установка и разрыв соединения, передача и прием данных, ожидание событий), режимы (опции) сокетов, фильтр сокета (BPF), специальные сокеты (AF_NETLINK, AF_PACKET), утилиты ss, netcat	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
1.4	Основы управление сетевой подсистемой	Включение и выключение сетевых интерфейсов, управление маршрутизацией, создание прозрачных мостов и интерфейсов VLAN, настройка беспроводной сети, создание точки доступа беспроводной сети, настройка DHCP, утилиты ip и iw, планирование передачи, утилита tc, настройка сети в OpenWRT (интерфейс UCI), агрегация трафика (bond-драйвер)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
1.5	Инструменты анализа сети	Проверка доступности узлов, анализ маршрута, оценка скорости передачи, сетевой монитор, запись и анализ трафика сетевого интерфейса, утилиты ping, route, tcpdump, iperf, библиотека libpcap, программа Wireshark	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.6	Информационная безопасность сетей	Пространство имен сети, межсетевой экран Linux (netfilter)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Анализ записи сетевого трафика	Выполнить анализ предоставленного файла с записью фрагмента сетевого трафика, выделить пакеты сетевых протоколов, адреса и номера портов взаимодействующих узлов, определить объем переданных полезных данных (payload) по протоколу IP и определить накладные расходы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
3.2	Драйвер простейшего сетевого устройства	Написать простейший драйвер, создающий сетевой интерфейс Ethernet, все данные, полученные из сетевого стека, передавать в файл в файловой систем proc, данные для передачи в сетевой стек брать из другого файла в файловой системе proc	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
3.3	Настройка сети рабочей станции	Настроить сеть для выхода в Интернет через интерфейс Ethernet с использованием DHCP для получения настроек.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3.4	Настройка граничного маршрутизатора	Сконфигурировать сетевую подсистему для работы в режиме граничного маршрутизатора с поддержкой NAT и DHCP для автоматической установки сетевых настроек компьютеров в локальной сети	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
3.5	Настройка AP	Сконфигурировать программную точку доступа IEEE 802.11 и связать беспроводную сеть через прозрачный сетевой мост с проводной локальной вычислительной сетью.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
3.6	Реализация утилиты ping	Используя сырые сокеты написать программу, которая формирует и отправляет ICMP эхо-запрос, затем ждет, получает и обрабатывает эхоответ	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496
3.7	Захват и анализ сетевого трафика	Используя сетевой интерфейс беспроводной сети в режиме монитора и утилиту tcpdump записать фрагмент трафика и выполнить его анализ в программе Wireshark	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3.8	Настройка netfilter	Настроить netfilter для блокировки пакетов, полученных от указанного устройства (по MACадресу) и/или предназначенные для отправки этому устройству; для блокировки доступа к указанному сайту в Интернет; для подсчета объема трафика, переданного на узел с указанным IPадресом или URL и/или полученного от такого узла,	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15496

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Базовые принципы сетевого взаимодействия	4			1	5
2	Архитектура сетевой подсистемы Linux	4			2	6
3	Интерфейс сокетов	6			1	7
4	Основы управление сетевой подсистемой	8			2	10
5	Инструменты анализа сети	6			1	7
6	Информационная безопасность сетей	4			1	5
7	Анализ записи сетевого трафика			2	2	4
8	Драйвер простейшего сетевого устройства			2	2	4
9	Настройка сети рабочей станции			2	2	4
10	Настройка граничного маршрутизатора			2	2	4
11	Настройка AP			2	2	4
12	Реализация утилиты ping			2	2	4

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
13	Захват и анализ сетевого трафика			2	2	4
14	Настройка netfilter			2	2	4
		32	0	16	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина требует работы с файлами-презентациями лекций и соответствующими главами рекомендованной основной литературы, а также, обязательного выполнения всех лабораторных заданий в компьютерном классе.

Самостоятельная работа проводится в компьютерных классах ФКН с использованием методических материалов расположенных на учебно-методическом сервере ФКН fs.cs.vsu.ru/library и на сервере Moodle ВГУ moodle.vsu.ru. Во время самостоятельной работы студенты используют электроннобиблиотечные системы, доступные на портале Зональной Библиотеки ВГУ по адресу www.lib.vsu.ru. Часть заданий может быть выполнена вне аудиторий на домашнем компьютере, после копирования методических указаний и необходимого ПО с учебно-методического сервера ФКН.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Курячий, Г. В. Операционная система Linux: учебник: [16+] / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский. – 2-е изд., исправ. – Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 451 с. // ЭБС Университетская библиотека. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=578058

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Назаров С. В. Современные операционные системы: учебное пособие / С.В. Назаров, А.И. Широков. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. – 280 с. // ЭБС Университетская библиотека. – https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233197

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Библиотека ВГУ, http://www.lib.vsu.ru
2	Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru/Library
3	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ", http://edu.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru/Library
2	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ", http://edu.vsu.ru

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Лекции-визуализации с демонстрацией иллюстративных и графических материалов, анимации, блок-схем алгоритмов и примеров исходного кода, демонстрацией выполнения команд операционной системой, лабораторные работы.

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционная аудитория, оснащенная видеопроектором
2. Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, оснащенный видеопроектором, компьютерами с установленной виртуальной машиной VirtualBox с образом операционной системы GNU/Linux. Объем свободной после загрузки ОС оперативной памяти на рабочее место не менее 4 ГБ (требуется для виртуальных машин).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Архитектура сетевой подсистемы Linux Основы управление сетевой подсистемой Инструменты анализа сети Базовые принципы сетевого взаимодействия Архитектура сетевой подсистемы Linux Интерфейс сокетов Основы управление сетевой подсистемой Информационная безопасность сетей	ПК-4	ПК-4.1	Собеседование
3	Драйвер простейшего сетевого устройства Настройка сети рабочей станции Настройка граничного маршрутизатора Настройка AP Настройка netfilter Анализ записи сетевого трафика Реализация утилиты ping Захват и анализ сетевого трафика	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет

Оценочные средства для промежуточной аттестации

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости выполняется по лабораторным работам.

По каждой выполненной работе должен быть предоставлен отчет, включающий исходный код разработанных программ и описание полученных результатов. По отчету преподаватель вправе задать дополнительные вопросы для уточнения уровня понимания материала. Лабораторная работа оценивается максимум в 100 баллов.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

Компетенция ПК-4

Задания закрытого типа

- 1) Какие уровни эталонной модели TCP/IP реализует сетевая подсистема в составе ядра Linux

- a) Уровень сетевого доступа (Network Access Layer)
 - b) Межсетевой уровень (Internet Layer)
 - c) Транспортный уровень (Transport Layer)
 - d) Прикладной уровень (Application Layer)
- 2) Модель NAPI (New API) для получения данных от сетевой карты при высокой нагрузке предполагает
- a) Использование механизма прерываний для обработки каждого входящего пакета
 - b) Отказ от прерываний и переход в режим опроса (polling) в моменты пиковых нагрузок
- 3) Какая из перечисленных утилит командной строки может использоваться для назначения VLAN сетевому интерфейсу
- a) iw
 - b) nc
 - c) ip
 - d) ps

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
1	a, b, c
2	b
3	c

Задания открытого типа

- 1) С использованием утилиты ip добавить маршрут к подсети 192.168.2.0/24 через eth0
- 2) С использованием утилиты ip настроить сетевую подсистему так, чтобы отбрасывались все пакеты, адресованные в подсеть 192.168.4.0/24
- 3) Какое наибольшее число виртуальных сетей VLAN 802.1Q может быть создано на одном интерфейсе
- 4) Напишите команду для записи в файл дампа всех сетевых пакетов, инкапсулирующих данные протокола ICMP на интерфейсе eth0 с использованием утилиты tcpdump

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ
1	ip route add 192.168.2.0/24 dev eth0
2	ip route add blackhole 192.168.4.0/24
3	4094 4096 вариантов 12-битного VLAN ID без двух зарезервированных ID=0 и ID=0xffff
4	tcpdump -i eth0 -w file icmp другие варианты: tcpdump -w file --interface="eth0" icmp

Задания с развёрнутым ответом

- 1) Опишите основные возможности сетевой подсистемы Linux
- 2) Опишите представление таблицы маршрутизации в сетевой подсистеме Linux

Ответы на вопросы

Номер вопроса	Ответ (буква)
1	<p>Сетевая подсистема Linux реализует:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функции маршрутизации • функции сетевого моста, • функции трансляции сетевых адресов (NAT) <p>Обеспечивает поддержку виртуальных сетей (VLAN)</p> <p>Реализует поддержку QoS, агрегации и резервирования интерфейсов (каналов передачи данных)</p> <p>Реализует межсетевой экран (Netfilter)</p> <p>Реализует API сокетов для приложений</p>

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся правильно перечислил возможности сетевой подсистемы Linux	3 балла
Обучающийся правильно перечислил возможности сетевой подсистемы Linux. Допускаются незначительные неточности	2 балла
Обучающийся отметил только некоторые возможности сетевой подсистемы Linux. Ответ не содержит грубых ошибок и неточностей	1 балл
Обучающийся отметил только некоторые возможности сетевой подсистемы Linux. Ответ содержит грубых ошибок и неточности	0 баллов

Номер вопроса	Ответ (буква)
2	<p>Таблицы маршрутизации в ядре Linux реализованы на базе префиксного дерева (нагруженное дерево или trie), это недвоичное дерево (узел может иметь больше двух дочерних узлов), которое реализует ассоциативный массив ключ-значение со строковыми ключами. В качестве ключа используется IP-адрес назначения, который представляется в двоичном виде и рассматривается как строка из символов '0' и '1'. Значения в дереве таблицы маршрутизации представлены структурой fib_info. Она хранит такую информацию, как область видимости адреса назначения, метрика (приоритет) маршрута, ссылки на сетевые интересы для отправки пакетов (может быть больше одного интерфейса при использовании multipath routing), MTU, RTT.</p> <p>В таблице маршрутизации Linux используется динамическое сжатие уровней. Узлы дерева объединяются, если в объединенном узле отношение числа дочерних узлов к максимально возможному числу дочерних узлов будет составлять не менее 50%. Узел разбивается на два узла, если в нем отношение числа дочерних узлов к максимально возможному числу дочерних узлов становится менее 25%.</p> <p>Промежуточные узлы дерева не хранят ссылки на маршруты (ссылки на маршруты содержат только листья дерева).</p> <p>Для ускорения поиска при переходах между промежуточными узлами проверяются не все биты маски префикса сети (часть битов пропускается), в результате может происходить ложное согласование маршрута, поэтому в листьях дерева необходимо полностью проверить совпадение всех битов маски префикса сети.</p> <p>В каждом пространстве имен сети в ядре Linux может быть представлено</p>

	<p>несколько таблиц маршрутизации, если требуемый маршрут будет найден в нескольких таблицах, то используется запись из наиболее приоритетной таблицы. По умолчанию представлены таблицы local – содержит локальные (в своем сетевом сегменте) и широковещательные маршруты (эта таблица автоматически формируется подсистемой маршрутизации на основе адресов локальных сетевых интерфейсов) и таблица main – основная таблица маршрутизации, используется если пакету не назначена политика маршрутизации. При необходимости можно создать еще более 200 таблиц. Политика маршрутизации позволяет выбирать таблицу маршрутизации на основе критериев из конкретного сетевого пакета (адрес источника, метка сокета, интерфейс получения, параметры QoS и др.).</p>
--	--

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся правильно описал представление и основные моменты использования таблицы маршрутизации.	3 балла
Обучающийся правильно описал представление и основные моменты использования таблицы маршрутизации. Допускаются незначительные неточности	2 балла
Обучающийся отметил только некоторые моменты в представлении и использовании таблицы маршрутизации. Ответ не содержит грубых ошибок и неточностей	1 балл
Обучающийся отметил только отдельные моменты в представлении и использовании таблицы маршрутизации. Ответ содержит грубых ошибок и неточности	0 баллов

20.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к собеседованию

1. Принципы сетевого взаимодействия, иерархия сетевых протоколов.
2. Протокол Ethernet (канальный уровень)
3. Прозрачный мост IEEE 8021D
4. Виртуальные сети (VLAN) и туннели
5. Протокол IP
6. Многоадресная передача (протокол IGMP)
7. Протокол TCP
8. Протоколы UDP и RTP
9. Трансляция адресов (NAT) и портов (PAT)
10. Протоколы DHCP и DNS
11. Протокол DHCP
12. Протокол ARP, таблица ARP в Linux
13. Маршрутизация, таблицы маршрутизации в Linux
14. Протоколы динамической маршрутизации
15. Протоколы ICMP и SNMP
16. Планирование передачи и агрегация трафика
17. Сокеты
18. Основные утилиты управления сетевой подсистемой Linux
19. Запись сетевого трафика, утилита tcpdump
20. Межсетевой экран в Linux

21. Пространство имен сети в Linux

Описание технологии проведения

Собеседование производится в форме устного ответа на заданный вопрос. При необходимости преподаватель может задавать уточняющие вопросы.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

При оценивании результатов промежуточной аттестации используется количественная шкала оценок. Оценка за контрольную работу складывается с оценкой, полученной на собеседовании, и результат нормируется к 100 бальной шкале. Полученное значение определяет уровень сформированности компетенций и итоговую оценку (достаточный – зачтено или недостаточный – не зачтено) согласно следующей шкале:

- оценка «зачтено» – 50...100 баллов
- оценка «не зачтено» – 0...49 баллов