МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ордена Трудового Красного Знамени
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

УТВЕРЖДАЮ
(с учетом изменений и дополнений)
Декан факультета
«Сети и системы связи»
Миронов Ю.Б. _____
«26» 03 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы, сети и устройства телекоммуникаций.
Модуль: Современные сетевые телекоммуникационные технологии.

Научная специальность
2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Отрасль науки: **технические науки**

Курс 2
Семестр 3

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2024**

Москва, 2024

Рабочая программа дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Модуль: Современные сетевые телекоммуникационные технологии» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Разработчик программы:

_____ доцент, к.т.н. В.Ю. Деарт

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры СС и СК

Протокол № 8 от «26» марта 2024 г.

Заведующий кафедрой ССиСК , д.т.н., профессор _____ С.Н.Степанов

(сокращенное наименование кафедры, *подпись, инициалы и фамилия заведующего)*

«26» марта 2024 г.

Рабочая программа хранится на кафедре СС и СК и в отделе аспирантуры.

1. Цели освоения дисциплины

Целью и задачами преподавания дисциплины является изучение новых технологий, на базе которых создаются современные сети, как фиксированные, так мобильные сети (4G, 5G, 6G). Знание современных сетевых технологий позволит аспирантам данного направления, не только квалифицированно исследовать и анализировать варианты построения существующих телекоммуникационных сетей, но и формулировать новые научно-исследовательские задачи по повышению их производительности и улучшению качества обслуживания. Углубленные знания сетевых технологий и умение анализировать и решать задачи сетевого планирования являются обязательной функцией современного специалиста в области телекоммуникаций.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Модуль: Современные сетевые телекоммуникационные технологии» (далее - ССТТ) включена в образовательный блок дисциплин учебного плана. Дисциплина «ССТТ» реализуется в соответствии с требованиями ФГТ, ОП и Учебного плана по научной специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Необходимыми начальными знаниями, которые требуются для качественного освоения данной дисциплины являются:

- базовые знания по принципам построения телекоммуникационных сетей;
- знание основных характеристик передающих сред (оптических и радио);
- знание основ межсетевого взаимодействия (IP – технологий).

Рабочая программа дисциплины «ССТТ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Современные сетевые телекоммуникационные технологии»

В результате изучения дисциплины «ССТТ» аспирант должен:
Знать современные сетевые телекоммуникационные технологии.
Уметь анализировать современные телекоммуникационные сети.
Владеть навыками применения сетевых технологий для решения исследовательских задач и постановки научных экспериментов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа). Процесс изучения дисциплины реализуется при очной форме обучения в 3 семестре. Промежуточная аттестация предусматривает дифференцированный зачёт в 3-ем семестре.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ, семестрам представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		3-ий семестр (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	54		54
В том числе:			
Лекции	36		36
Практические занятия	18		18
Самостоятельная работа (всего)	18		18
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)			дифференцированный зачёт
Общая трудоемкость дисциплины	Часы 72	ЗЕТ 2	72/2

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 2

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	**Всего**	**Аудиторная работа**		**Внеаудиторная работа СР**
		Л	**ПЗ/С**	
Раздел 1 Принципы построения современных телекоммуникационых сетей (смена поколений)	8	4	2	2
Раздел 2 Технология транспортного уровня Metro/Carrier Ethernet	16	8	4	4
Раздел 3 Транспортные сети IP/MPLS	16	8	4	4
Раздел 4 Программно-конфигурируемые сети (SDN)	16	8	4	4
Раздел 5 Виртуализация сетевых элементов (NFV)	16	8	4	4
Всего за 3-ый семестр	72	36	18	18
Экзамен (при наличии)				
Итого по дисциплине	**72**	**36**	**18**	**18**

4.3 Лекции /практические/ занятия

Таблица 3

Содержание лекций /практических занятий

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	**Раздел 1. Принципы построения современных телекоммуника -ционых сетей (смена поколений)**			
	Тема 1. Основы построения современных телекоммуникационых сетей (смена поколений)	Лекция №1 Смена парадигмы в телекоммуникационных сетях	Знание принципов построения телекоммуникационных сетей и смены поколений	4
		Практическая работа №1. Анализ цикла зрелости прорывных технологий (Gartner Hype Cycle) в области телекоммуникаций	Умение выбирать наиболее перспективные сетевые технологии	2
2.	**Раздел 2. Технология транспортного уровня Metro/Carrier Ethernet**			
	Тема 2. Технология Metro Ethernet	Лекция №2. Технология Q-in-Q	Знание технологии Q-in-Q и ее использование в транспортных сетях	4
		Практическая работа №2. Распределение сервисных меток (S-VLAN) на сети провайдера	Владение методом организации городских сетей доступа	4
		Лекция №3. Технология MAC-in-MAC. Сервисы сетей Carrier Ethernet	Знание методов построения и защиты сетей провайдеров	4
3.	**Раздел 3. Транспортные сети IP/MPLS**			
	Тема 3. Маршрутизация в IP-сетях	Лекция №4. Методы динамической маршрутизации RIPv2, OSPF, BGP	Знание методов динамической маршрутизации.	4.
		Практическая работа №3.Построение маршрутных таблиц протоколом OSPF	Владение навыками построения и анализа маршрутных таблиц	2
	Тема 4. Технология MPLS	Лекция №5. Построение маршрута по меткам LSP	Знание технологии MPLS и ее применение для построения сетей	4
		Практическая работа №4. Распределение меток протоколом LDP	Умение верифицировать процесс распределения меток	2
4.	**Раздел 4. Программно-конфигурируемые сети (SDN)**			
	Тема 5. Определение программно-конфигуриру	Лекция №6.Основные принципы программно-конфигурируемых сетей ПКС	Знание основ построения ПКС	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
	емых сетей			
		Практическая работа №5. Архитектура ПКС	Умение анализировать архитектуру ПКС	2
	Тема 6. Реализация ПКС на базе OpenFlow	Лекция №7. Протокол OpenFlow	Знание принципов работы протокола OpenFlow	4
		Практическая работа №6. Построение потоковых таблиц в коммутаторе OpenFlow Switch	Владение навыками создавать и анализировать потоковые таблицы	2
5.	**Раздел 5. Виртуализация сетевых элементов (NFV)**			
	Тема 7. Концепция виртуализации сетевых устройств	Лекция №8. Замена аппаратных сетевых устройств на виртуальные машины	Знание принципов виртуализации сетевых устройств	4
		Практическая работа №7. Архитектура NFV	Умение анализировать архитектуру NFV	2
		Лекция №9. Назначение основных компонентов NFV (Infrastucture, VNF, Manager)	Умение выделять основные компоненты NFV	4

5. Фонд оценочных средств

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Смена парадигмы в телекоммуникациях. Жизненные циклы технологий.
2. Концепция MCC/NGN.
3. Отличия концепции NGN от FGN.
4. Методы построения виртуальных сетей VLAN
5. Технология Metro/Carrier/Ethernet
6. Механизм пересылки кадров в коммутаторах провайдерского класса
7. Сервисы сетей Metro/Carrier/Ethernet
8. Качество обслуживания в сетях Metro/Carrier/Ethernet
9. Технология IP (формат пакета, адресация)
10. Протоколы сетевого уровня: ARP, RARP, ICMP
11. Методы маршрутизации в IP-сетях (классификация)
12. Протокол маршрутизации RIP
13. Протокол маршрутизации OSPF
14. 16. Протокол маршрутизации BGP
15. 17. Передача мультисервисного трафика по стекам TCP/IP и UDP/IP
16. Каковы основные компоненты SDN?
17. Что связывает между собой уровень Control Plane и Data Plane в концепции SDN?
18. В какой сети, традиционной или SDN, проще внедрить ваш собственный протокол маршрутизации и почему?

19. На каком интерфейсе SDN контроллера может быть использован Restful API?
20. Какой тип SDN создает новую виртуальную топологию сети?
21. Верно ли, что туннели между сетевыми коммутаторами являются частью схемы Overlay решения?
22. Является ли SD-WAN решением SDN для ЦОД?
23. Назовите три основных блока структуры ETSI, ответственных за управление и оркестровку в NFV.
24. Является ли управление жизненным циклом виртуальной машины частью NFVO?
25. Какова роль VNFM в рамках ETSI?
26. Какие модули могут удалить или дать задание на удаление VNF?
27. Какие компоненты работают с репозиториями MANO?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Васин Н.Н., Технологии пакетной коммутации. Учебник для ВУЗов. – Самара: ПГУТИ, 2017.

2. Р.Л. Смелянский, В.А. Антоненко. Концепции программного управления и виртуализации сетевых сервисов в современных сетях передачи данных: Учебное пособие. -Москва: КУРС, 2020.

6.2 Дополнительная литература

1. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Транспортные сети и сети доступа. – М.: Брис-М, 2015.

6.3 Периодические издания

1. T-COMM журнал http://media-publisher.ru
2. Журнал Электросвязь https://elsv.ru/?ysclid=l4twbm4fyt645895672

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

1. Нормативно – правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – www. minsvyaz.ru.
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи –МСЭ-Т - http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm.
3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций – ETSI - European Telecommunications Standards Institute - www.etsi.org.

4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment - Internet Engineering Task Force - rfc.com.ru

8. Ресурсное обеспечение.

Кафедра ССиСК располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций в соответствии с ФГТ.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

2. Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, оснащенная компьютерной техникой.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля по овладению компетенциями: текущий, промежуточный контроль, контроль самостоятельной работы студентов.
Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде устного опроса студентов на практических занятиях.
Итоговый контроль осуществляется в форме зачета в конце семестра.
Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в течение всего семестра. Преподаватель самостоятельно определяет формы контроля самостоятельной работы студентов в зависимости от содержания разделов и тем, выносимых на самостоятельное изучение. Такими формами могут являться: тестирование, презентации, контрольные работы (для студентов ЗФО) и т.д. Результаты контроля самостоятельной работы студентов учитываются при осуществлении промежуточного контроля по дисциплине.
Самостоятельная работа является неотъемлемой частью обучения.
На самостоятельное изучение выносятся задания, направленные на:
- работу с электронными информационными и образовательными ресурсами;
- овладение и закрепление основной терминологии по направлению;

- работу со специальной литературой как способом приобщения к последним мировым научно-техническим достижениям в профессиональной сфере;
- овладение основными приемами составления аннотаций и написания рефератов, подготовки презентаций и выступлений.

Самостоятельная работа может быть аудиторной (выполнение отдельных заданий на занятиях) и внеаудиторной.

Для выполнения самостоятельной работы используются:

1. Учебники и учебные пособия.
2. Профильные периодические издания.
3. Электронные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает:

- проработку лекционного материала, а также материала, изучаемого на практических занятиях;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к зачету.

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета _____
_____
"____" _____202__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»
наименование

для подготовки _____
Направление: (код, название направления/специальности)
Направленность (профиль): _____
Форма обучения: _____
Год начала подготовки: _____

Курс ____
Семестр _____
(Возможны следующие варианты):
[1]а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.
б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) ……..;
2) ……..;
3) ……

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«__» _____20___г.
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
_____ протокол № _____ от «__» _____20____г.
Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой *(наименование)* _____«__» _____ 20___г.

[1] Разработчик выбирает один из представленных вариантов.