

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Борисов Дмитрий Николаевич  
Кафедра информационных систем



28.02.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.01.01 Мобильные сети

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

09.04.02 Информационные системы и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Мобильные приложения и компьютерные игры

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Магистратура

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра информационных систем

**6. Составители программы:**

*Коваль Андрей Сергеевич, koval@cs.vsu.ru, ст.преп, факультет компьютерных наук, кафедра информационных систем*

**7. Рекомендована:**

протокол НМС № 3 от 25.02.2022

**8. Учебный год:**

2022-2023

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

изучение основ мобильных коммуникаций; навыков их реализации, конфигурирования и устранения неполадок; разработки сетевых служб и приложений в экосистеме мобильных сетей.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

дисциплина выбора вариативной части цикла (Б1.В). Входные знания: требуется базовые знания в области IPv4, v6 сетей, навыки их конфигурирования и поиска неисправностей сетевой инфраструктуры.

**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-14 Способен проектировать архитектуру программного средства	ПК-14.1 Умеет определять состав компонентов программного средства	знать: основные архитектуры мобильных коммуникаций уметь: формировать или выбирать беспроводное решение для данной задачи владеть: навыками выбора компонентов беспроводной архитектуры
ПК-14 Способен проектировать архитектуру программного средства	ПК-14.2 Умеет определять способы взаимодействия между программными подсистемами программного средства	знать: основы технологий мобильных коммуникаций на уровне, допускающем их конфигурирование и поиск неисправностей уметь: конфигурировать и находить неисправности в инфраструктуре и конечных системах мобильных коммуникаций владеть: первичными навыками администрирования мобильных инфраструктур и мобильных терминалов

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:**

3/108

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет с оценкой, Контрольная работа

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Семестр 1	Всего
Аудиторные занятия	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение	Введение в сети, состоящие из подвижных узлов. Беспроводные и мобильные сети.	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>
2	Беспроводные сети и стандарты	Эволюция и стандарты беспроводных WPAN, WLAN и WMAN сетей.	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>
3	Технологии мобильных коммуникаций и стандарты	Технологии 2G-6G мобильной связи.	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>
4	Особенности мобильных IP сетей	Особенностей реализации IPv4, IPv6 сетей на инфраструктуре мобильной связи 2G-6G поколений. Реализация QoS в IP-сетях. QoS в 3G. QoS в 4G. QoS в 5G.	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>
5	Сетевые службы и приложения в мобильных сетях	Проектирование и реализация сетевых служб и приложений в мобильных сетях.	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2			8	10
2	Беспроводные сети и стандарты	4		10	12	26

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
3	Технологии мобильных коммуникаций и стандарты	4		4	4	12
4	Особенности мобильных IP сетей	4		8	12	24
5	Сетевые службы и приложения в мобильных сетях	4		14	18	36
		18	0	36	54	108

#### **14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина требует работы с файлами-презентациями практических занятий и соответствующими главами рекомендованной основной литературы, а также, обязательного выполнения всех лабораторных заданий в компьютерном классе. Самостоятельная подготовка к лабораторным занятиям не требуется, т.к. необходимые рекомендации даются в аудитории, где выполняются лабораторные работы.

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 Электронный Университет ВГУ edu.vsu.ru, выполнением задач конфигурирования виртуализированной ИС. Во время самостоятельной работы студенты используют электронно-библиотечные 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.

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

№ п/п	Источник
1	Райфельд, М.А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие : [16+] / М.А. Райфельд, А.А. Спектор ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 96 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575619">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575619</a>
2	Пирская, Л.В. Разработка мобильных приложений в среде Android Studio : учебное пособие : [16+] / Л.В. Пирская ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 125 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598634">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598634</a>

№ п/п	Источник
3	Ракитин, Р. Ю. Компьютерные сети : учебное пособие / Р. Ю. Ракитин, Е. В. Москаленко. — Барнаул : АлтГПУ, 2019. — 340 с. — ISBN 978-5-.88210-942-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/139182">https://e.lanbook.com/book/139182</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Мелихов, С.В. Введение в профиль «Системы мобильной связи» : учебное пособие / С.В. Мелихов, И.А. Колесов. – Томск : ТУСУР, 2016. – 156 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480883">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480883</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

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

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Сервер учебно-методических материалов ФКН, \\fs.cs.vsu.ru\Library
2	Электронный ресурс «Мобильные сети», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10524</a>

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

1. Технологии виртуализации:

Среда виртуализации Oracle/Sun Virtual Box

2. Электронно-библиотечные системы «Университетская библиотека online» (<http://biblioclub.ru>) и «Лань» (<http://lanbook.com>)

3. Образовательный портал Электронный Университет ВГУ, <https://edu.vsu.ru>

4. Серверные и клиентские ОС Microsoft.

5. Операционная система GNU/Linux (дистрибутив CentOS).

6. ПО MATLAB.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Лекционная аудитория, оснащенная видеопроектором.

2. Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий, оснащенный программным обеспечением VirtualBox, MATLAB. Объем оперативной памяти на рабочее место не менее 8ГБ.

3. Лаборатория мобильных приложений и игр (ауд. 383).

### **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	Разделы 1-5	ПК-14	ПК-14.1	Лабораторные задания 1-6
2	Разделы 1-5	ПК-14	ПК-14.2	Лабораторные задания 1-6

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой, Контрольная работа

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Контрольная работа. Выполненные все текущие лабораторные задания.

### **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

#### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

##### **Вопросы контрольной работы:**

1. Какие организации активно (стандарты используют на практике при создании и развертывании) занимаются стандартизацией мобильных сетей? Мобильные сети каких стандартов развернуты в нашем регионе на данный момент (2020-12)?
2. Семейство протоколов ОКС7/СС7, используемое еще в проводной телефонии работает со своими протоколами сетевого и канального уровней. Как стало возможным применить их в частых IP сетях и публичном Интернет, которые являются основой современных мобильных сетей (например, в LTE all-IP core)? Что понимают под термином сигнализация в этих протоколах?
3. Чем отличаются мобильные сети 3 и 4 поколений? Возможно ли изменить только core network при переходе и использовать смесь из 3g и 4g базовых станций (т.е. подключать старые БС 3-го поколения к новой инфраструктуре)?
4. Чем отличаются мобильные сети 4 и 5 поколений? Возможно ли изменить только core network при переходе 4 => 5 и использовать смесь из 4g и 5g базовых станций (т.е. подключать старые БС 4-го поколения к новой инфраструктуре)?
5. Какие проблемы возникли с основным "голосовым, звонки" сервисом при переходе от 3 к 4-му поколению мобильных сетей? Как они решены (варианты решений) на практике в настоящее время?
6. Какие обычно стадии проходят поколения мобильной связи? На каких стадиях в наст. время находятся 4, 5 и 6 поколения? Какие задачи были поставлены перед сетями 5 поколения? Каким образом будет осуществляться переход от 4 к 5 поколению (потребуется ли это ликвидации оборудования 4 поколения или, если будут работать вместе, то каким образом)?
7. В сетях 4 поколения и выше, произошло разделение взаимодействий на data plane и control plane (это потребовало новых/обновленных протоколов). Для чего это было сделано?
8. В сетях 4 поколения как начинается взаимодействие UE с сетью, как происходит проверка

подлинности абонента? Как изменится проверка подлинности в роуминге?

9. Как назначаются адреса на хосты в протоколе IPv6: варианты назначений? Если посмотреть IPv6 конфигурацию интерфейса хоста или роутера, видны адреса разного типа: какие типы адресов ассоциируют с интерфейсами, чем они отличаются, что означает слеш и число после, например, /64?
10. Вы разработали сервис реального времени (ограничение на макс. задержку и на процент потерь пакетов), который будет использовать как мобильный, так и проводной сегменты. Как можно увеличить вероятность работоспособности вашего сервиса (опишите детально, какие действия потребуются)? Как можно 100% гарантировать работоспособность вашего сервиса (опишите детально, какие действия потребуются)?
11. Как можно повлиять на качество связи для разработанного своего сервиса в проводном сегменте чтобы: 1- увеличить вероятность работоспособности, 2- гарантировать работоспособность? Опишите детально, какие действия потребуются в 1 и 2 случаях.
12. Какие изменения произошли в реализации QoS при переходе от 4 к 5 поколению мобильных сетей?
13. Почему скорости интерфейсов, связанных с цифровой телефонией (в т.ч. и при аренде этих линий для транзита Интернет-трафика) имеют неровные, не степени 10 значения, например, 1536, 2048 Кбит/с и т.п.? Откуда взялись эти значения?
14. Не работает беспроводная сеть, использующая WPA-Enterprise аутентификацию (команда ping на адрес www.vsu.ru дает ошибку, а из проводной сети - всё работает). Нет информации о том, работала ли данная беспроводная сеть когда-либо (т.е. возможна ошибка(и) конфигурации инфраструктуры сети). Что и в какой последовательности нужно проверять и какие выводы делать из результатов проверки? NB Вспомните из каких элементов состоит инфраструктура Wi-Fi IP-сеть.
15. Почему иногда владельцы Wi-Fi устройств, изменяют их конфигурацию указывая другие страны локализации?
16. Необходимо выполнить конфигурирование связи AAA-сервер - точка доступа: перечислите основные элементы/настройки и объясните назначение каждой.
17. Почему при количестве каналов 11-14 в диапазоне 2,4 ГГц, в одной точке пространства можно использовать только три канала? Какие существуют варианты получить еще одну или несколько независимо работающих точек доступа в этой же области, что и первые три?
18. Для чего необходим Радиус-Секрет? Что конкретно он защищает и какие последствия будут в случае его простоты?
19. Для чего часто используют разные IP-сети для RADIUS-сервера и точек с одной стороны, и для клиентов, DHCP, DNS-серверов с другой стороны?
20. Как можно увеличить количество независимых каналов связи не расширяя частотный диапазон, не вводя новые диапазоны частот? Например, есть только 1 частотный диапазон, но пропускная способность его недостаточна для работы абонентов сети, а другие частотные каналы - недоступны.
21. От чего зависит максимальная пропускная способность беспроводной сети, работающей в заданном ограниченном частотном диапазоне? Каким образом от поколения к поколению удается увеличивать пропускную способность беспроводных сетей (перечислите все известные возможности)? Почему при высоких значениях пропускной способности беспроводной сети, эффективная скорость передачи (например, файла) значительно ниже максимальной определенной в стандарте? Например, максимальная скорость на Wi-Fi-карте указана 300Мбит/с, но эффективная скорость не превышает 100Мбит/с (какие могут быть причины?)
22. Что означает QAM-64 в характеристиках стандарта? Что изменится при использовании QAM-256 по сравнению QAM-64. Почему при наличии поддержки QAM-64 в стандарте, реально может использоваться QAM-16 или 8? Какие методы радиодоступа используются в

беспроводных и мобильных сетях в настоящее время и как они изменятся в ближайшем будущем?

23. Как влияет метод доступа к среде на максимальную пропускную способность беспроводной сети? В чем особенности метода доступа к среде в беспроводных сетях по сравнению с проводными (с топологией шина, конечно)? Какие изменения в метод доступа к среде вносит технология MIMO?
24. Каким способом обеспечивается ортогональность (независимость) отдельных поднесущих в OFDM? Могут ли разные поднесущие (бины, bin) иметь разные кол-во символов (точек) в сигнальном созвездии? От чего зависит выбранное кол-во точек: 8, 16, 64... ?
25. Какие 2 основные архитектуры поддерживают сети 802.11b/g/n/ac? Отличия в требуемом оборудовании для этих 2 архитектур. Какие проблемы возникают в беспроводных сетях с протоколом доступа к среде и как они решаются (почему нельзя использовать CSMA/CD как в кабельных сетях)?
26. В чем идея использования туннелей в случае, когда абонент находится в гостевой сети? Какие плюсы и минусы существуют у такого решения? Есть ли альтернативные решения (для случая нахождения абонента в гостевой сети) и какое используется в LTE-сетях?
27. В чем идея использования прямой маршрутизации в случае, когда абонент находится в гостевой сети? Какие плюсы и минусы существуют у такого решения? Есть ли альтернативные решения (для случая нахождения абонента в гостевой сети) и какое используется в LTE-сетях?
28. Как решается проблема обнаружения и связи с абонентом в мобильных сетях LTE в случае, когда он находится в гостевой сети?
29. Решение проблемы обнаружения и связи с абонентом в мобильных сетях в случае, когда он находится в гостевой сети - часть функционала мобильной инфраструктуры с начала и до самых последних поколений мобильной связи. Существуют ли решения этой проблемы для обычных IP-сетей и что оно собой представляет в общих чертах? Если существует, насколько широко используется и почему (Ваше мнение) ?
30. Что такое туннелирование и автотуннелирование и как это связано с внедрением IPv6? Опишите работу и сценарий применения IPv4-over-IPv6.
31. Что такое туннелирование и автотуннелирование и как это связано с внедрением IPv6? Опишите работу и сценарий применения IPv6-over-IPv4.

## 20.2 Промежуточная аттестация

### Примеры тем вопросов контрольной работы:

1. Архитектура 3GPP и LTE сетей
2. Архитектуры IoT.
3. Предполагаемая архитектура сетей 6G.
4. Аутентификация и авторизация в WLAN сетях.
5. Направления эволюции сетей мобильной связи.
6. Мобильность (роуминг) в сетях сотовой связи: варианты решений, туннелирование.
7. Реализация мобильности в сетях сотовой связи 4G (роуминг).
8. Реализация мобильности в IP-сетях.
9. Сигнально-кодовые конструкции в системах передачи данных сотовых сетей.
10. Организация QoS в сетях 4G.
11. Инфраструктурный режим Wi-Fi-сетей с AAA-сервером.
12. MIMO-технологии.
13. OFDM.

### Лабораторные задания:



1. Лабораторное задание на конфигурирование QoS для разных видов трафика (моделирование, IPv4).
2. Лабораторное задание (моделирование, IPv4) на смешанную архитектуру (WiFi, 3G).
3. Лабораторное задание (моделирование, IPv6) на смешанную архитектуру (WiFi, 3G).
4. Лабораторное задание (моделирование, IPv4) на сеть IoT заданной топологии.
5. Лабораторное задание на клиент-серверное сетевое приложение ОС Android.
6. Лабораторное задание на диагностическое приложение для ОС Android (WiFi и 3-4G).