

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 25

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц. к.т.н. доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«11» февраля 2026 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

зав. каф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)



11.02.2026

(подпись, дата)

А.М. Тюрликов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 25

«11» февраля 2026 г. протокол № 7/2025-26

Заведующий кафедрой № 25

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



11.02.2026

(подпись, дата)

А.М. Тюрликов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц. к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



11.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сети и системы мобильной связи»

(Наименование дисциплины)

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 11.03.02 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Инфокоммуникационные технологии и системы связи |
| Наименование направленности/ специализации | Коммуникационные технологии Интернета вещей |
| Форма обучения | очная |
| Год приема | 2026 |

Аннотация

Дисциплина «Сети и системы мобильной связи» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» направленности/специализации «Коммуникационные технологии Интернета вещей». Дисциплина реализуется кафедрой «№25».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к оценке существующих и перспективных направлений развития сетей связи, систем инфокоммуникаций и систем Интернета вещей»

ПК-2 «Способен организовывать и проводить анализ работы, оценку эффективности различных методов, алгоритмов, протоколов и технологий сбора, передачи и обработки информации в системах Интернета вещей»

ПК-3 «Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований»

ПК-6 «Способен организовывать работы по внедрению, эксплуатации, сопровождению систем Интернета вещей»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением систем мобильной связи, методами повышения скорости передачи в сотовых сетях, организацией передачи с обратной связью в беспроводных сетях.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Сети и системы мобильной связи» является получение обучающимися необходимых и навыков в области сотовой связи. Рассматриваются пути повышения скорости передачи в сотовых сетях, организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|--|
| Профессиональные компетенции | ПК-1 Способен к оценке существующих и перспективных направлений развития сетей связи, систем инфокоммуникаций и систем Интернета вещей | ПК-1.3.1 знать принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов, систем Интернета вещей ПК-1.3.2 знать предпосылки разработки, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI ПК-1.3.3 знать функции каждого уровня OSI, понятие о протоколах OSI, общие сведения об оборудовании, выполняющем функции каждого уровня OSI ПК-1.3.5 знать цели и задачи проводимых исследований и разработок ПК-1.3.6 знать методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области сетей связи, систем инфокоммуникаций и систем Интернета вещей ПК-1.В.1 владеть навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов ПК-1.В.2 владеть навыками работы на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий |
| Профессиональные компетенции | ПК-2 Способен организовывать и проводить анализ работы, оценку эффективности различных методов, алгоритмов, | ПК-2.В.1 владеть навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования |

| | | |
|------------------------------|---|--|
| | протоколов и технологий сбора, передачи и обработки информации в системах Интернета вещей | |
| Профессиональные компетенции | ПК-3 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований | ПК-3.3.1 знать методы и средства планирования и организации исследований и разработок |
| Профессиональные компетенции | ПК-6 Способен организовывать работы по внедрению, эксплуатации, сопровождению систем Интернета вещей | ПК-6.3.1 знать общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств поддерживаемой программно-конфигурируемой инфокоммуникационной сети ПК-6.В.1 владеть навыками установки программных продуктов для тарификации сетевых ресурсов |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»,
- «Общая теория связи»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Производственная преддипломная практика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №8 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | 10 | 10 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 30 | 30 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 20 | 20 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 10 | 10 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 27 | 27 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 51 | 51 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Экз., | Экз., |

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП/КР (час) | СР (час) |
|---|--------------|---------------|----------|-------------|----------|
| Семестр 8 | | | | | |
| Раздел 1. Построение системы мобильной связи | 6 | | 3 | | 16 |
| Раздел 2. Пути повышения скорости передачи в сотовых сетях | 6 | | 3 | | 16 |
| Раздел 3. Организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях | 8 | | 4 | | 19 |
| Итого в семестре: | 20 | | 10 | | 51 |
| Итого | 20 | 0 | 10 | 0 | 51 |
| | | | | | |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|--|
| 1 | Раздел 1. Построение системы мобильной связи Обобщенная модель системы сотовой связи. Организация работы с абонентскими устройствами в одном секторе. Особенность построения физического уровня в сетях 4 поколения. Организация подключения абонентского устройства к базовой станции. Применение специальных |

| | |
|---|--|
| | кодов при подключении к БС (преамбула). Возможные конфликты при подключении к БС. Необходимость использования процедуры последовательного увеличения мощности. Упрощенный анализ процесса подключения к БС. |
| 2 | Раздел 2. Пути повышения скорости передачи в сотовых сетях Пути повышения скорости передачи данных в сотовых сетях. Оценка скорости передачи на основе формулы пропускной способности. Повышение скорости передачи за счет увеличения мощности передаваемого сигнала и ширины полосы частот. Повышение скорости передачи за счет использования малых БС. Повышение скорости передачи за счет использования направленных антенн и использования более высоких частот. Потенциальные возможности увеличения скорости передачи для восходящего и нисходящего канала передачи данных. Повышение скорости передачи за счет изменения взаимодействия устройств сотовых сетей. Энергетическая эффективность работы беспроводных устройств. |
| 3 | Раздел 3. Организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях Основная идея гибридных способов организации повторной передачи. Анализ эффективности методов гибридной обратной связи. Анализ влияния ограничения числа повторных передач на скорость передачи в случае, если не используется гибридная обратная связь. Анализ эффективности помехоустойчивого кодирования в системах с обратной связью. Построение кодов Хэмминга с заданным числом информационных символов (задано число информационных символов, построить код с минимальным расстоянием 3 и минимальным числом проверочных символов). Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования. Переборный алгоритм жесткого декодирования. Переборный алгоритм мягкого декодирования. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |
| | | | | | |
| Всего | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 8 | | | | |
| 1 | Моделирование системы передачи данных с решающей обратной связью | 3 | 3 | 1-3 |
| 2 | Моделирование базовой системы передачи данных с гибридной решающей обратной связью | 3 | 3 | 1-3 |
| 3 | Исследование влияния способов построения гибридной решающей обратной связи на скорость передачи данных | 4 | 4 | 1-3 |
| Всего | | 10 | 10 | |

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 8, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 31 | 31 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10 | 10 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 51 | 51 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---|---|---|
| https://e.lanbook.com/book/517029 Режим доступа: для авторизованных пользователей. | Чернецова, Е. А. Системы и сети передачи данных: мобильная связь поколения 5G : учебное пособие для вузов / Е. А. Чернецова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 152 с. | |
| https://e.lanbook.com/book/181393 Режим доступа: для авторизованных пользователей. | Компьютерные сети передачи данных : учебное пособие : в 3 частях. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2013 — Часть 1 — 2013. — 51 с. | |
| https://e.lanbook.com/book/110305 Режим доступа: для авторизованных пользователей. | Пуговкин, А. В. Сети передачи данных : учебное пособие / А. В. Пуговкин. — Москва : ТУСУР, 2015. — 138 с. | |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|--|
| https://pro.guap.ru/ | Элементы электронного курса по дисциплине размещены <u>внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</u> |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|--|
| 1. | Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso |
| 2. | Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23) |

| | |
|----|---|
| 3. | LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3) |
| 4. | Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po) |
| 5. | MozillaFirefox(лицензии GPL/LGPL/MPL) |
| 6. | MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po) |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|--|
| 1 | Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП |
| 2 | Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| 3 | ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| 5 | ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |
| 6 | Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|--|---|
| 1 | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации - Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; переносной набор демонстрационного оборудования; Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа WiFi | |
| 2 | Лаборатория сетей и систем передачи информации Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 15 шт., объединенные в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет, стенды с коммутацией пакетов и коммутацией каналов, структурированная кабельная система, стойки с телекоммуникационным оборудованием, | ауд. 14-28, ул. Большая Морская, 67 |

| | | |
|---|--|---|
| | система питания и вентиляции, эмулятор активного сетевого оборудования) | |
| 3 | Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HP LJP4515n, Принтер HP LaserJetEnterprise 600 M602dn. | 12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А) |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035. | 22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А) |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Экзамен | Список вопросов к экзамену |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|--|
| «отлично» «зачтено» | Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо» «зачтено» | Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|--|
| 5-балльная шкала | |
| | – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий ^{**} . |
| «удовлетворительно» «зачтено» | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий ^{**} . |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий ^{**} . |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|---|--|
| 1 | Обобщенная модель системы сотовой связи. | ПК-1.3.1 ПК-1.3.2 ПК-1.3.3 ПК-1.3.5 ПК-1.3.6 ПК-3.3.1 ПК-6.3.1 |
| 2 | Организация работы с абонентскими устройствами в одном секторе. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 3 | Особенность построения физического уровня в сетях 4 поколения. | ПК-1.3.1 ПК-1.3.2 ПК-1.3.3 ПК-1.3.5 ПК-1.3.6 ПК-6.3.1 ПК-1.В.1 |
| 4 | Организация подключения абонентского устройства к базовой станции. Применение специальных кодов при подключении к БС (преамбула). | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 5 | Возможные конфликты при подключении к БС. Необходимость использования процедуры последовательного увеличения мощности. | ПК-2.В.1 |

| | | |
|----|--|----------------------------------|
| 6 | Упрощенный анализ процесса подключения к БС. | ПК-2.В.1 |
| 7 | Пути повышения скорости передачи данных в сотовых сетях. Оценка скорости передачи на основе формулы пропускной способности. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 8 | Повышение скорости передачи за счет увеличения мощности передаваемого сигнала и ширины полосы частот. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 9 | Повышение скорости передачи за счет использования малых БС. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 10 | Повышение скорости передачи за счет использования направленных антенн и использования более высоких частот. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 11 | Потенциальные возможности увеличения скорости передачи для восходящего и нисходящего канала передачи данных. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 12 | Повышение скорости передачи за счет изменения взаимодействия устройств сотовых сетей. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 13 | Энергетическая эффективность работы беспроводных устройств. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 14 | Основная идея гибридных способов организации повторной передачи. | ПК-1.3.1 ПК-6.3.1 |
| 15 | Анализ эффективности методов гибридной обратной связи. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 16 | Анализ влияния ограничения числа повторных передач на скорость передачи в случае, если не используется гибридная обратная связь. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 ПК-2.В.1 |
| 17 | Анализ эффективности помехоустойчивого кодирования в системах с обратной связью. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 ПК-2.В.1 |
| 18 | Построение кодов Хэмминга с заданным числом информационных символов (задано число информационных символов, построить код с минимальным расстоянием 3 и минимальным числом проверочных символов). | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 19 | Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования. | ПК-1.В.1 ПК-1.В.2 |
| 20 | Переборный алгоритм жесткого декодирования. | ПК-1.3.1 |
| 21 | Переборный алгоритм мягкого декодирования. | ПК-1.3.1 |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Не предусмотрено | |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Учебным планом не предусмотрено

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, произвести необходимые расчеты, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, защитить полученные результаты.

Лабораторная работа 1. Моделирование системы передачи данных с решающей обратной связью.

Построение модели системы передачи данных с использованием решающей обратной связью. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код (CRC), в качестве модуляции применяется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом. В случае обнаруженных ошибок повторяется передача сообщения по каналу. В лабораторной работе оценивается скорость передачи данных такой системы при различных значениях соотношения сигнал/шум (SNR), оценивается вероятность ошибки на бит и вероятность необнаруженных ошибок.

Лабораторная работа 2. Моделирование базовой системы передачи данных с гибридной решающей обратной связью.

Построение модели базовой системы передачи данных с использованием гибридной решающей обратной связью. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код с 16 проверочными битами (CRC-16). Передаваемые по каналу данные кодируются помехоустойчивым кодом. В качестве помехоустойчивого кодирования используются коды Хэмминга. Для передачи используется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом. В случае обнаруженных ошибок повторяется передача сообщения по каналу. В лабораторной работе исследуется влияние соотношения сигнал/шум и скорости помехоустойчивого кода на скорость передачи.

Лабораторная работа 3. Исследование влияния способов построения гибридной решающей обратной связи на скорость передачи данных.

Построение модели системы передачи данных с использованием гибридной решающей обратной связью. Моделируется два типа таких систем: с использованием комбинирования по Чейзу и с использованием наращиваемой избыточности, за счет использования семейства кодов в режиме переменных скоростей. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код с 16 проверочными битами (CRC-16). Передаваемые по каналу данные кодируются помехоустойчивым кодом. В качестве помехоустойчивого кодирования используются сверточные коды в режиме постоянных и переменных скоростей. Для передачи используется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом и медленными Релеевскими замираниями. В случае обнаруженных ошибок в первом типе системы повторяется передача сообщения по каналу, на приемной стороне проводится комбинирование всех полученных копий одного сообщения для повышения вероятности верного декодирования. В случае обнаруженных ошибок во втором типе системы по каналу передаются дополнительные биты избыточности, что уменьшает скорость кода и повышает исправляющую способность помехоустойчивого кода. В лабораторной работе исследуется влияние соотношения сигнал/шум, скорости помехоустойчивого кодирования и типа используемой системы на скорость передачи.

Лабораторная работа 4. Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По лабораторным работам выполняется отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (<https://new.guap.ru/>) в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>). Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>).

Методические указания по прохождению лабораторных работ:

Использование гибридной обратной связи в беспроводных сетях : учебно-методическое пособие / А. А. Бурков, А. М. Тюрликов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2022. - 47 с - ., доступно после авторизации в библиотеке ГУАП <https://lib.guap.ru/>

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;

Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации в соответствии с требованиями РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для получения допуска к прохождению промежуточной аттестации обучающийся должен выполнить предусмотренные рабочей программой дисциплины лабораторные работы, успешно их защитить и выложить отчеты в личный кабинет. Допуск к прохождению промежуточной аттестации предоставляется, если все отчеты в личном кабинете приняты преподавателем.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |