

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.3.1 Сотовая связь»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки)

Электронные средства телекоммуникаций

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.3.1 Сотовая связь» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 7 от "10" 02 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

подпись

А.С. Лелюхин

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ПЭиИИТ

должность

подпись

Д.А. Муслимов

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.С. Лелюхин

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Виктимирова

Уполномоченный по качеству ИОС

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

- реализация требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 930;

- изучение свойств объектов систем и комплексов связи в свете их взаимного электромагнитного влияния и норм их совместимости.

### Задачи:

- получение необходимых знаний по общим подходам к построению систем мобильной связи и сетей передачи информации, методам решения проблем электромагнитной совместимости, а также распределения нагрузки в области инфокоммуникаций.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.11 Физика, Б1.Д.Б.13 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.Б.17 Основы проектной деятельности, общественные проекты и технологическое предпринимательство, Б1.Д.Б.18 Информационные технологии в электронике, радиотехнике и системах связи, Б1.Д.Б.19 Теория цепей и сигналов, Б1.Д.Б.20 Материалы электронной техники, Б1.Д.Б.21 Физические основы электроники, Б1.Д.Б.22 Техническая электродинамика, Б1.Д.Б.23 Основы аналоговой и цифровой электроники, Б1.Д.Б.24 Математические средства в электронике, Б1.Д.Б.26 Основы информационной техники, Б1.Д.В.1 Основы микропроцессорной техники, Б1.Д.В.2 Общая теория связи, Б1.Д.В.3 Цифровая обработка сигналов, Б1.Д.В.4 Метрология, стандартизация и технические измерения, Б1.Д.В.5 Схемотехника телекоммуникационных устройств, Б1.Д.В.6 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Б1.Д.В.7 Теория информации и теория кодирования, Б1.Д.В.8 Криптографические методы и средства обеспечения информационной безопасности инфокоммуникаций, Б1.Д.В.9 Теория инфокоммуникационной безопасности и методология защиты инфокоммуникаций, Б1.Д.В.10 Антенно-фидерные устройства и техника высоких частот, Б1.Д.В.11 Распространение электромагнитных волн и работа радиолиний, Б1.Д.В.12 Приемопередающие устройства, Б1.Д.В.13 Радиоавтоматика

Постреквизиты дисциплины: Отсутствуют

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                       | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК*-1 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с | ПК*-1-В-3 Анализирует преимущества и недостатки вариантов проектных решений устройств связи<br>ПК*-1-В-26 Владеет приемами испытаний электронных узлов систем связи | <b>Знать:</b><br>преимущества и недостатки вариантов проектных решений устройств связи<br><b>Уметь:</b><br>применять современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения задач подготовки и |

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ                                                                                                                        | ПК*-1-В-33 Применяет современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения задач подготовки и оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов                                                                                                                                                                               | оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов<br><b>Владеть:</b><br>приемами испытаний электронных узлов систем связи                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК*-2 Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам | ПК*-2-В-2 Знает принципы системного и схемотехнического подходов при подготовке разрабатываемых типовых технических проектов устройств связи<br>ПК*-2-В-9 Демонстрирует способность осуществлять подготовку типовых технических проектов устройств связи<br>ПК*-2-В-10 Демонстрирует способность осуществлять контроль соответствия национальным и международным стандартам и техническим регламентам разрабатываемых проектов устройств связи | <b>Знать:</b><br>принципы системного и схемотехнического подходов при подготовке разрабатываемых типовых технических проектов<br><b>Уметь:</b><br>осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам<br><b>Владеть:</b><br>навыками подготовки типовых технических проектов |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Трудоемкость, академических часов |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8 семестр                         | всего      |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>180</b>                        | <b>180</b> |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>51</b>                         | <b>51</b>  |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 14                                | 14         |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20                                | 20         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14                                | 14         |
| Консультации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1                                 | 1          |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,5                               | 1,5        |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,5                               | 0,5        |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение курсового проекта (КП);<br>- <b>самоподготовка</b> (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; изучение разделов курса (частично) в системе электронного обучения; подготовка к лабораторным и к практическим занятиям; подготовка к рубежному контролю) | <b>129</b><br>+                   | <b>129</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>экзамен</b>                    |            |

| № раздела | Наименование разделов                    | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                          | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                          |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Системы сотовой подвижной связи          | 34               | 4                 | 4  | 2  | 24             |
| 2         | Аналоговые системы сотовой связи         | 34               | 2                 | 4  | 4  | 24             |
| 3         | Цифровые системы сотовой связи           | 40               | 2                 | 4  | 2  | 32             |
| 4         | Структурная схема сотового радиотелефона | 40               | 2                 | 4  | 4  | 30             |
| 5         | Спутниковые системы персональной связи   | 32               | 4                 | 4  | 2  | 22             |
|           | Итого:                                   | 180              | 14                | 20 | 14 | 132            |
|           | Всего:                                   | 180              | 14                | 20 | 14 | 132            |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1. Системы сотовой подвижной связи

*История развития систем сотовой связи. Первое, второе и третье поколения сетей. Основные стандарты систем сотовой связи. Способы деления территории на соты. Выбор частот. Коэффициент повторения частот. Защитный интервал. Применение секторных антенн в системах сотовой связи. Состав системы сотовой связи. Алгоритм функционирования.*

### 2. Аналоговые системы сотовой связи

*Технические характеристики стандарта NMT-450. Схема построения сети. Структура рабочего кадра стандарта NMT. Алгоритм установления входящего вызова, исходящего вызова, эстафетная передача мобильной станции. Особенности аналогового стандарта NMT-900. Аналоговая система AMPS. Технические характеристики. Особенности стандарта DAMPS.*

### 3. Цифровые системы сотовой связи

*Технические характеристик стандартов сотовой связи GSM и CDMA. Система сотовой связи стандарта GSM. Предоставляемые возможности. Обработка речи. Метод прерывистой передачи. Детектор активности речи. Формирование сигнала GMSK. Особенности используемого способа модуляции. Схема построения и состав оборудования сетей. Функции основных элементов сетей. Процедура проверки подлинности абонента. Назначение SIM карты. Структура и формирование сигналов стандарта GSM. Временные интервалы (нормальный, частотной коррекции, временной синхронизации, установочный и доступа). Передача данных при временном разделении каналов. Структура TDMA кадра. Использование скачков частоты радиоканалов. Обеспечение защиты информации в стандарте GSM. Система сотовой подвижной связи стандарта CDMA. Кодовое разделение каналов. Использование шумоподобного сигнала. Методы расширения спектра сигнала. Псевдослучайная последовательность. Ортогональный код Уолша. Структурная схема формирования сигнала в стандарте CDMA. Особенности обработки сигналов в стандарте CDMA (борьба с многолучевостью, применение параллельных корреляторов, мягкий режим эстафетной передачи). Структура сети. Назначение прямых и обратных каналов. Структура каналов передачи базовой и мобильной станций. Схема формирования сигнала передатчиком и обработка его приемником.*

### 4. Структурная схема сотового радиотелефона

*Структурная схема аналогового радиотелефона. Структурная схема цифрового радиотелефона.*

### 5. Спутниковые системы персональной связи

*Особенности функционирования систем спутниковой связи. Классификация орбит по форме, периодичности, наклонению, высоте орбиты. Действующие системы спутниковой связи. Структура спутниковых систем персональной связи. Космический сегмент. Наземный сегмент. Пользовательский сегмент. Диапазон частот систем спутниковой связи. Технические характеристики низкоорбитальной системы Iridium. Технические характеристики среднеорбитальной системы Inmarsat.*

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ                                                               | Кол-во часов |
|------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1    | 1         | Проектирование участка сети сотовой связи методом прогноза зон покрытия                       | 2            |
| 2    | 2         | Проектирование участка сети сотовой связи на основе статистической модели напряженностей поля | 4            |
| 3    | 3         | Проектирование участка сети сотовой связи на основе детерминированной модели                  | 2            |
| 4    | 4         | Определение абонентской емкости сети сотовой связи                                            | 4            |
| 5    | 5         | Расчет радиуса соты                                                                           | 2            |
|      |           | Итого:                                                                                        | 14           |

### 4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                                                               | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Применение секторных антенн в системах сотовой связи                                                                                               | 2            |
| 2         | 1         | Алгоритм функционирования                                                                                                                          | 2            |
| 3         | 2         | Алгоритм установления входящего вызова, исходящего вызова, эстафетная передача мобильной станции                                                   | 4            |
| 4         | 3         | Формирование сигналов стандарта GSM                                                                                                                | 2            |
| 5         | 3         | Особенности обработки сигналов в стандарте CDMA (борьба с многолучевостью, применение параллельных корреляторов, мягкий режим эстафетной передачи) | 2            |
| 6         | 4         | Структурная схема аналогового радиотелефона                                                                                                        | 2            |
| 7         | 4         | Структурная схема цифрового радиотелефона                                                                                                          | 2            |
| 8         | 5         | Особенности функционирования систем спутниковой связи                                                                                              | 4            |
|           |           | Итого:                                                                                                                                             | 20           |

### 4.5 Курсовой проект (8 семестр)

Расчет нагрузки на сеть сотовой связи.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Каплун [и др.]. - М. : Высш. шк., 2002. - 294 с. : ил. - Прил.: с. 286-290. - Библиогр.: с. 291. - ISBN 5-06-004043-7.
2. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи [Текст] : учебное пособие / [Ю. Т. Зырянов и др.]. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 175 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Авт. указаны в вып. дан. - Библиогр.: с. 170-171. - ISBN 978-5-8114-2441-2.
3. Сомов, А. М. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / А. М. Сомов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. - 456 с. : ил. - Библиогр.: с. 449-452. - ISBN 978-5-9912-0416-3.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Информационные технологии в радиотехнических системах [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. И. Б. Федорова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 768 с. : ил. - (Информатика в техническом университете). - Библиогр.: с. 756-767. - ISBN 5-7038-2568-7.
2. Попов, В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM [Текст] / В. И. Попов . - М. : Эко-Трендз, 2005. - 296 с. - Библиогр.: с. 287-292. - ISBN 5-88405-068-2.

## 5.3 Периодические издания

Информационно-управляющие системы : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать";  
Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - Москва : Радиотехника.  
Радио : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".  
Радиотехника : журнал. - Москва : Радиотехника.  
Радиотехника и электроника : журнал. - Москва : Академиздатцентр "Наука" РАН.  
САПР и графика : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".  
Приборы и техника эксперимента : журнал. - Москва : Академиздатцентр "Наука" РАН.

## 5.4 Интернет-ресурсы

<https://www.coursera.org/> - «Coursera»;  
<https://openedu.ru/> - «Открытое образование»;  
<https://universarium.org/> - «Универсариум»;  
<https://www.edx.org/> - «EdX»;  
<https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум»;  
<https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)».

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.