

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра радиофизики и электроники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.25 Радиоэлектроника»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*03.03.03 Радиофизика*

(код и наименование направления подготовки)

*Лазерные системы и нанофотоника*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.25 Радиоэлектроника» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 5 от " 11 " марта 2026 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

А.П. Русинов

Исполнитель:

Заведующий кафедрой РФиЭ

должность

подпись

расшифровка подписи

А.П. Русинов

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Т.М. Чмерева

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Стрекаловская

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Русинов А.П., 2026

© ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование у слушателей основных понятий радиоэлектроники, привитие им практических навыков в применении полученных теоретических знаний к решению конкретных задач анализа радиоэлектронных цепей, обучение методам и практическим приемам экспериментального измерения характеристик радиоэлектронных устройств.

### Задачи:

- сформировать представление:
  - о сигналах и их спектрах;
  - о линейных пассивных цепях;
  - об активных элементах радиоэлектронных схем;
  - об усилителях электрических сигналов;
  - о генерации электромагнитных колебаний;
  - о нелинейных преобразованиях сигналов;
  - об основах цифровой радиоэлектроники;
- сформировать практические навыки:
  - чтения и расчета электронных схем;
  - деятельности в составе коллектива, объединенного единой научно-образовательной задачей;
  - экспериментальной работы с приборами и оборудованием, предназначенным для радиоэлектронных измерений.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Оптика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.4.1 Нанопотоника и наноплазмоника, Б1.Д.В.Э.5.2 Лазерные системы локации*

## 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                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности | ОПК-1-В-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии<br>ОПК-1-В-3 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности | <b><u>Знать:</u></b><br>- фундаментальные законы природы и основные физические законы.<br><b><u>Уметь:</u></b><br>- применять физические законы для решения практических задач.<br><b><u>Владеть:</u></b><br>- навыками практического применения законов физики и химии |
| ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и                                                                                                                              | ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического                                                                                                                                                                                              | <b><u>Знать:</u></b><br>- основные понятия о вакуумной                                                                                                                                                                                                                  |

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений<br>ОПК-2-В-3 Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов | и твердотельной электронике.<br><b>Уметь:</b><br>- использовать полученные знания для решения практических задач.<br><b>Владеть:</b><br>-практическими навыками чтения и сборки радиоэлектронных схем |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Трудоемкость, академических часов |                |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5 семестр                         | 6 семестр      | всего         |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>144</b>                        | <b>108</b>     | <b>252</b>    |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>51,5</b>                       | <b>35,25</b>   | <b>86,75</b>  |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 34                                | 18             | 52            |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16                                | 16             | 32            |
| Консультации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   | 1              | 1             |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1                                 |                | 1             |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,5                               | 0,25           | 0,75          |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение курсовой работы (КР);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- изучение разделов курса в системе электронного обучения;<br>- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Основы электротехники и электроники»;<br>- подготовка к лабораторным занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю и т.п.) | <b>92,5</b><br>+                  | <b>72,75</b>   | <b>165,25</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>зачет</b>                      | <b>экзамен</b> |               |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов                   | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|-----------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                         | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                         |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1.        | Введение                                | 16               | 4                 |    | -  | 12             |
| 2.        | Сигналы и их спектры                    | 32               | 8                 |    | 4  | 24             |
| 3.        | Линейные пассивные цепи                 | 32               | 8                 |    | 4  | 24             |
| 4.        | Активные элементы радиоэлектронных схем | 32               | 8                 |    | 4  | 24             |
| 5.        | Усилители электрических сигналов        | 32               | 8                 |    | 4  | 24             |

| №<br>раздела | Наименование разделов | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|-----------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |                       | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |                       |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
|              | Итого:                | 144              | 34                   |    | 16 | 110               |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| №<br>раздела | Наименование разделов              | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|------------------------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |                                    | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |                                    |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 1.           | Генераторы электрических колебаний | 36               | 6                    |    | 6  | 24                |
| 2.           | Нелинейные преобразования сигналов | 36               | 6                    |    | 4  | 26                |
| 3.           | Основы цифровой радиоэлектроники   | 36               | 6                    |    | 6  | 24                |
|              | Итого:                             | 108              | 18                   |    | 16 | 78                |
|              | Всего:                             | 252              | 52                   |    | 32 | 168               |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

| №<br>раздела | Наименование<br>разделов                     | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | 2                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1            | Введение                                     | Предмет и место дисциплины в системе современного естествознания. Краткая историческая справка по развитию радиоэлектроники. Вклад российских ученых в развитие дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2            | Сигналы и их спектры                         | Классификация сигналов. Временной и спектральный способы представления сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Эквивалентность временного и спектрального представлений. Сигналы специальной формы и их спектры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3            | Линейные пассивные цепи                      | Понятие линейной электрической цепи. Специальные элементы. Методы анализа линейных цепей: классический и символические. Амплитудночастотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики. Комплексный коэффициент передачи. Импульсные и переходные характеристики цепей и их связь с комплексным коэффициентом передачи. Понятие о задачах анализа и синтеза линейных цепей. Анализ часто применяемых цепей: переходные цепочки и контуры                                                                                                                                                                             |
| 4            | Активные элементы радио-<br>электронных схем | Понятие об активных элементах цепей и способах их применения для усиления и преобразования сигналов. Полупроводниковый р-п переход и его свойства. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) идеального плоского р-п перехода. Реальные ВАХ п/п диодов. Виды полупроводниковых диодов Простейшие схемы с применением полупроводниковых диодов. Биполярный транзистор и движение носителей в нем. Входные и выходные ВАХ. Физическая эквивалентная схема замещения биполярного транзистора. Простейший анализ частотных и переходных характеристик биполярных транзисторов. Полевой транзистор с р-п переходом: устройство, |

|   |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                    | ВАХ и физическая схема замещения. Полевые транзисторы с изолированным затвором и их особенности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | Усилители электрических сигналов   | Назначение, классификация и основные параметры усилителей. Представление усилительного каскада эквивалентной схемой. Зависимость параметров каскада от параметров источника сигнала и нагрузки.<br>Малосигнальные усилительные каскады на б/п транзисторе в схемах ОБ, ОЭ, ОК и их параметры. Малосигнальные усилительные каскады на полевом транзисторе с р-п переходом в схемах ОИ, ОС и их параметры. Каскадирование усилителей.<br>Импульсные усилители и их параметры.<br>Структурная схема операционного усилителя и его параметры. Схемотехника простейших схем на операционных усилителях: сумматор, интегралсумматор, повторитель, компаратор, РС – генератор. Генераторы тока и напряжения на ОУ. Функциональный усилитель на ОУ. Обратные связи в усилителях. Положительная обратная связь. |
| 6 | Генераторы электрических колебаний | Классификация генераторов. Применение частотно-зависимой ПОС в генераторах гармонических сигналов. Условие баланса фаз и баланса амплитуд. Поддержание неизменной амплитуды колебаний. Специфика низкочастотных и высокочастотных генераторов. Стабилизация частоты.<br>Релаксационные генераторы: блокинг – генератор и транзисторный симметричный мультивибратор.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7 | Нелинейные преобразования сигналов | Виды нелинейного преобразования сигналов: детектирование, смешивание и умножение частоты. Нелинейные элементы для нелинейных преобразований: диод и транзистор. Простейшие схемы преобразователей: диодный детектор и смеситель на транзисторе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8 | Основы цифровой радиоэлектроники   | Понятие о цифровой электронике. Основные логические операции. Виды логических автоматов: комбинационный и последовательностный.<br>Параметры логических сигналов (полярность, фронт, спад и пр.)<br>Ключевой режим работы биполярного транзистора. Базовый элемент ТТЛ. Простейшие комбинационные схемы ТТЛ, мультиплексор и демультиплексор. Последовательностные схемы ТТЛ : RS, D и JK триггеры. МОП и КМОП – базовые элементы, их достоинства и недостатки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 4.3 Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                      | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | История развития радиоэлектроники                                                                         | 2            |
| 2         | 2         | Временной и спектральный способы представления сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов | 2            |
| 3         | 2         | Сигналы специальной формы и их спектры                                                                    | 2            |
| 4         | 3         | Понятие линейной электрической цепи. Амплитудночастотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики       | 2            |
| 5         | 3         | Анализ часто применяемых цепей: переходные цепочки и кон-                                                 | 2            |

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                                       | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|           |           | туры                                                                                                                       |              |
| 6         | 4         | Полупроводниковый р-п переход и его свойства.                                                                              | 2            |
| 7         | 4         | Биполярный и полевой транзисторы                                                                                           | 2            |
| 8         | 5         | Назначение, классификация и основные параметры усилителей. Каскадирование усилителей. Импульсные усилители и их параметры. | 2            |
| 9         | 5         | Структурная схема операционного усилителя и его параметры.                                                                 | 2            |
| 10        | 6         | Классификация генераторов. Применение частотно-зависимой ПОС в генераторах гармонических сигналов.                         | 2            |
| 11        | 6         | Специфика низкочастотных и высокочастотных генераторов. Стабилизация частоты.                                              | 2            |
| 12        | 6         | Релаксационные генераторы: блокинг – генератор и транзисторный симметричный мультивибратор.                                | 2            |
| 13        | 7         | Виды нелинейного преобразования сигналов: детектирование, смешивание и умножение частоты.                                  | 2            |
| 14        | 7         | Нелинейные элементы для нелинейных преобразований: диод и транзистор.                                                      | 2            |
| 15        | 7         | Простейшие схемы преобразователей: диодный детектор и смеситель на транзисторе.                                            | 2            |
| 16        | 8         | Основные логические операции. Параметры логических сигналов                                                                | 2            |
|           |           | Итого:                                                                                                                     | 32           |

#### 4.4 Курсовая работа (5 семестр)

1. Интегрирующие и дифференцирующие цепи.
2. Длинные линии. Волны в линиях.
3. Антенные системы.
4. Приемо-передающая антенна типа «Волновой канал».
5. Антенны круговой поляризации.
6. Фазированная антенная решетка.
7. Последовательный и параллельный колебательный контур.
8. Биполярные и полевые транзисторы.
9. Усилители высоких и низких частот.
10. Усилители мощности.
11. Операционные усилители.
12. Стабилизаторы напряжения и тока.
13. Генераторы гармонических колебаний.
14. Генераторы колебаний специальной формы.
15. Амплитудная модуляция и детектирование.
16. Основные логические элементы транзистор-транзисторной логики.
17. Триггеры RS-, D- и T- типа.
18. Параллельный, последовательный и универсальный регистр.
19. Счетчики электрических импульсов.
20. Основные комбинационные устройства (дешифратор, мультиплексор и демультиплексор).
21. Многоразрядный параллельный сумматор.
22. Стандартное арифметическо-логическое устройство.
23. Цифро-аналоговый и аналого-цифровой преобразователь.
24. Высокочастотный генератор электромагнитного поля.
25. Беспроводная передача энергии с индуктивно-резонансной связью.
26. Перспективные компоненты молекулярной электроники и наноплазмоники.
27. Перспективные компоненты плазменной электроники.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. **Немцов, М.В.** Электротехника и электроника [Текст] : учеб. для вузов / М. В. Немцов. - Москва : Высш. шк., 2007. - 560 с. : ил. - Библиогр.: с. 547. - Предм. указ.: с. 548-554. - ISBN 978-5-06-005607-5.
2. **Левченко, В.И.** Радиоэлектроника: введение в специальность : учебное пособие / В.И. Левченко ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. - Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. - 202 с. : табл., схем., ил. - ISBN 978-5-8149-2476-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493344>.
3. **Давыдов, В. Н.** Твердотельная электроника : учебное пособие / В. Н. Давыдов ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2013. – 175 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480529>.
4. **Афонин, В.В.** Электроника : учебное пособие / В.В. Афонин, К.А. Набатов, И.Н. Акулинин. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 81 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277351>.

### 5.2 Дополнительная литература

1. **Манаев, Е. И.** Основы радиоэлектроники [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. И. Манаев. - М. : Сов. радио, 1976. - 480 с. : ил
2. **Глазенко, Т. А.** Электротехника и основы электроники [Текст] : учеб. пособие / Т. А. Глазенко, В. А. Прянишников.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1996. - 207 с. : ил.
3. **Кугушев, В. А.** Основы радиоэлектроники [Текст] : нелинейные электромагнитные процессы: учеб. пособие для вузов / В. А. Кугушев, Н. С. Голубева . - М. : Энергия, 1977. - 400 с. : ил.
4. **Лачин, В.И** Электроника (текст) : учеб. пособие для вузов / В.И. Лачин., Н.С. Савелов.- 4-е изд.- Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. -576 с.
5. **Протасов, Ю.С.** Твердотельная электроника : Учеб. пособие для вузов / Ю.С. Протасов, С.Н Чувашев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 480 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Научно-технический журнал. «Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника». Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ».
2. Научно-технический журнал. «Радиотехника и электроника». Изд. «Наука».
3. Научно-технический журнал «Радиотехника». Изд. «Радиотехника»

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>)
2. Электронно-библиотечная система (<http://elanbook.com>)
3. Онлайн-курс: Основы электротехники и электроники, разработчик курса Уральский федеральный университет Режим доступа: <https://openedu.ru/course/urfu/ELB/>.
4. Русинов, А. П. Радиоэлектроника [Электронный ресурс] : электронный учебный курс в системе Moodle / А. П. Русинов; Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 6 с.– Режим доступа:

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс <https://yandex.ru/>.
4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.
5. Программа для рисования электрических схем и симуляции, ориентированная под Arduino-проекты Fritzing.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, 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 лаборатория 2337 *«Специального физического практикума»* оснащенная набором электроизмерительных приборов (мультиметры, амперметры, вольтметры) и комплектом приборов для проведения фронтальных лабораторных работ по радиоэлектронике: «Ознакомление с работой мультиметра», «Определение емкости конденсатора», «Определение индуктивности катушки», «Снятие ВАХ диода», «Двухтранзисторный мультивибратор» и «Схемы работы операционных усилителей».

Также используется компьютерный класс, оснащенный системой компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств NI Multisim Education 10 и программой для рисования электрических схем и симуляции, ориентированная под Arduino-проекты Fritzing.

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