

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет



СВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

Т.А. Хагуров

« 30 » мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.03.01**  
**ВОЛОКОННО ОПТИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ И ЛАЗЕРЫ**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Направленность (профиль)

Оптические системы локации, связи и обработки информации

*(наименование направленности (профиля))*

Квалификация магистр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины “Б1.В.ДВ.03.01 Волоконно оптические усилители и лазеры” составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки “11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи”.

Программу составил:

Векшин Михаил Михайлович, профессор кафедры оптоэлектроники, доктор физико-математических наук

Векш

Рабочая программа дисциплины “Волоконно оптические усилители и лазеры” утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники КубГУ протокол № 10 «22» апреля 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой оптоэлектроники Векшин М.М. Векш

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета КубГУ

протокол № 11 «29» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

Богатов

Рецензенты:

Попов Юрий Борисович, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ, к.т.н.

Кулиш Ольга Александровна, доцент Краснодарского высшего военного Краснознаменного училища имени генерала армии С.М.Штеменко

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель освоения дисциплины:

Изучение физико-технических принципов построения и функционирования волоконно-оптических усилителей и лазеров.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. Изучение фундаментальных основ функционирования волоконно-оптических лазеров и усилителей.
2. Изучение технических особенностей конструкций волоконно-оптических лазеров и усилителей и их характеристик.
3. Изучение вариантов применения волоконных лазеров и усилителей в промышленности (включая волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)) и медицине.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Волоконно-оптические усилители и лазеры» относится к части блока 1 дисциплин учебного плана, формируемого участниками образовательных отношений

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Оптоэлектронные квантовые приборы и устройства в инфокоммуникационных системах и сетях», «Оптическое материаловедение» на 1 курсе магистратуры. Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Радиофотоника», «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи», «Сети оптической связи».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| № п.п. | Индекс компетенции | Код и наименование компетенции и индикатора                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | ПК-2               | Способен проводить анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем в области инфокоммуникаций<br><br>ИПК-2.1 Знает методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем; | Студент должен:<br><br>Знать: Основы функционирования, современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий, включая их активные фотонные компоненты и узлы. Основы работы с источниками научно-технической информации.<br><br>Уметь: Проектировать волоконно-оптические системы, подсистемы и сети связи, а также их компонентную базу.<br><br>Владеть: Первичными навыками эксплуатации техники оптической связи с волоконно-оптическими усилителями. |

| №<br>п.п. | Индекс<br>компет<br>енции | Код и наименование<br>компетенции и индикатора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Результаты обучения по дисциплине |
|-----------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|           |                           | <p>ИПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг;</p> <p>ИПК-2.3. Владеет навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;</p> <p>ИПК-2.4. Владеет навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, радиоэлектронной аппаратуры.</p> |                                   |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице:

| Виды работ                             | Всего<br>часов | Форма обучения         |                        |                        |                     |
|----------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|                                        |                | очная                  |                        | очно-<br>заочная       | заочная             |
|                                        |                | 3<br>семестр<br>(часы) | 4<br>семестр<br>(часы) | X<br>семестр<br>(часы) | X<br>курс<br>(часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b> |                | 30,2                   |                        |                        |                     |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>     |                |                        |                        |                        |                     |
| занятия лекционного типа               |                | 10                     |                        |                        |                     |
| лабораторные занятия                   |                | 10                     |                        |                        |                     |
| практические занятия                   |                | 10                     |                        |                        |                     |
| семинарские занятия                    |                |                        |                        |                        |                     |
| <b>Иная контактная работа:</b>         |                |                        |                        |                        |                     |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)  |                |                        |                        |                        |                     |
| Промежуточная аттестация (ИКР)         |                | 0,2                    |                        |                        |                     |
| <b>Самостоятельная работа</b>          |                | 77,8                   |                        |                        |                     |
|                                        |                |                        |                        |                        |                     |
| Подготовка к текущему контролю         |                |                        |                        |                        |                     |

|                               |                                              |             |  |  |  |  |
|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------|--|--|--|--|
| <b>Контроль:</b>              |                                              |             |  |  |  |  |
| Подготовка к экзамену         |                                              |             |  |  |  |  |
| <b>Общая<br/>трудоемкость</b> | <b>час.</b>                                  | <b>108</b>  |  |  |  |  |
|                               | <b>в том числе<br/>контактная<br/>работа</b> | <b>30,2</b> |  |  |  |  |
|                               | <b>зач. ед</b>                               | <b>3</b>    |  |  |  |  |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                                                                               | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                                                                                                                           | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                                                                           |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | Основные принципы работы твердотельных лазеров. Поглощение и эмиссия ионов редкоземельных элементов. Оптические резонаторы. Схемы накачки.                |                  | 2                 |    |    | 11                   |
| 2  | Принципы работы волоконно-оптических лазеров. Типы резонаторов Фабри-Перо, применяемых для волоконных лазеров. Лазеры с волоконным кольцевым резонатором. |                  | 2                 |    |    | 11                   |
| 3  | Динамика излучения волоконного лазера.                                                                                                                    |                  |                   | 2  |    | 11                   |
| 4  | Технические особенности конструкций волоконно-оптических лазеров.                                                                                         |                  | 2                 |    |    | 11                   |
| 5  | Лазеры с синхронизацией мод.                                                                                                                              |                  |                   | 2  | 2  | 11                   |
| 6  | Планарные волноводные усилители и лазеры.                                                                                                                 |                  |                   | 2  |    | 11                   |
| 7  | Эрбиевые волоконно-оптические усилители EDFA. Источники широкополосного излучения на основе EDFA.                                                         |                  | 2                 |    | 4  | 11                   |
| 8  | Рамановские волоконно-оптические усилители (усилители на основе вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР)). ВКР-лазеры.                                |                  | 2                 |    |    | 11                   |
| 9  | Применение волоконно-оптических усилителей в ВОЛС. Моделирование ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями.                                                          |                  |                   | 2  | 4  | 11                   |
| 10 | Применение волоконно-оптических лазеров в промышленности и медицине.                                                                                      |                  |                   | 2  |    | 11,8                 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа и семинарские занятия

| №  | Наименование<br>раздела (темы)                                                                                                                            | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего<br>контроля |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1. | Основные принципы работы твердотельных лазеров. Поглощение и эмиссия ионов редкоземельных элементов. Оптические резонаторы. Схемы накачки.                | Принципы работы твердотельных лазеров. Общая схема. Активная среда. Инверсная заселенность. Накачка. Резонаторы различных типов.                                                                                                                                                           | КВ                         |
| 2. | Принципы работы волоконно-оптических лазеров. Типы резонаторов Фабри-Перо, применяемых для волоконных лазеров. Лазеры с волоконным кольцевым резонатором. | Принципы работы волоконных лазеров. Активная среда. Разновидности резонаторы типа Фабри — Перо: резонаторы с использованием диэлектрических зеркал, резонаторы с использованием волоконных брэгговских решёток. Кольцевые резонаторы. Схемы накачки. 'Up'-конверсионные волоконные лазеры. | КВ                         |
| 3. | Динамика излучения волоконного лазера.                                                                                                                    | Основные понятия лазерной динамики. Переходные процессы в лазерах. Динамика поляризации излучения в волоконных лазерах.                                                                                                                                                                    | КВ                         |
| 4. | Технические особенности конструкций волоконно-оптических лазеров.                                                                                         | Непрерывная и импульсная генерация Лазеры непрерывной генерации. Лазеры с импульсной генерацией. Однополяризационные волоконные лазеры. Лазеры на основе фотонно-кристаллического волокна.                                                                                                 | КВ                         |
| 5. | Лазеры с синхронизацией мод                                                                                                                               | Физический принцип синхронизации мод. Интерференция продольных мод лазерного резонатора. Генерация пико- и фемтосекундных импульсов. Иллюстрация физического принципа синхронизации мод путем физ.-мат. моделирования.                                                                     | КВ                         |
| 6  | Планарные волноводные усилители и лазеры                                                                                                                  | Интегрально-оптические лазеры и усилители. Лазеры и усилители (EDWA) на основе фосфатного эрбиевого стекла.                                                                                                                                                                                | КВ                         |

|    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7  | Эрбиевые волоконно-оптические усилители EDFA. Источники широкополосного излучения на основе EDFA.                          | Оптические усилители. Физический принцип работы. Усилители EDFA. Активная среда. Схемы накачки. Конструкция EDFA-усилителей. Мультиплексоры и изолятор в схеме EDFA. Технические параметры промышленных эрбиевых волоконно-оптических усилителей.                                                                                                                | KB |
| 8  | Рамановские волоконно-оптические усилители (усилители на основе вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР)). ВКР-лазеры. | Нелинейно-оптические процессы. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Оптическая схема и физический принцип работы ВКР-лазеров. Схемы накачки ВКР-лазера. Физический принцип работы ВКР-усилителя. Схемы накачки ВКР-усилителя и линеаризация его частотной характеристики. Технические параметры промышленных рамановских волоконно-оптических усилителей. | KB |
| 9  | Применение волоконно-оптических усилителей в ВОЛС. Моделирование ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями.                           | Магистральные и внутризоновые ВОЛС с волоконно-оптическими усилителями. Каскадирование усилителей EDFA. Подводные ВОЛС. Удаленная накачка EDFA в подводных ВОЛС. Модели ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями.                                                                                                                                                          | KB |
| 10 | Применение волоконно-оптических лазеров в промышленности и медицине                                                        | Преимущества и недостатки волоконных лазеров. Сварка, гравировка и резка металлов. Биомедицинские приложения.                                                                                                                                                                                                                                                    | KB |

Примечание: KB – ответы на контрольные вопросы

### 2.3.2 Лабораторные работы

| №<br>п/<br>п | Тема                                                                                                                                       | Форма текущего<br>контроля   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1            | Физ.-мат. моделирование принципа синхронизации мод. Расчет продольных мод лазера и их суммы.                                               | Отчет по лабораторной работе |
| 2            | Исследование параметров промышленного эрбиевого волоконно-оптического усилителя. Ч.1. Исследование спектра и мощности выходного излучения. | Отчет по лабораторной работе |
| 3            | Исследование параметров промышленного эрбиевого волоконно-оптического усилителя. Ч.2. Многоканальный режим.                                | Отчет по лабораторной работе |
| 4            | Моделирование ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями в специализированной программе проектирования систем                                          | Отчет по лабораторной работе |

| №<br>п/<br>п | Тема            | Форма текущего<br>контроля |
|--------------|-----------------|----------------------------|
|              | ВОЛС “OptiSys”. | работе                     |

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

----

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                    | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                           |
|---|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Изучение тем дисциплины, вынесенные на СРС | Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Волоконно-оптические усилители и лазеры» |
| 2 | Подготовка отчетов по лабораторным работам | Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Волоконно-оптические усилители и лазеры» |
| 3 | Подготовка к зачету                        | Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Волоконно-оптические усилители и лазеры» |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Электротехника и электроника».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме контрольных вопросов по темам дисциплины и по отчетам лабораторных работ и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к зачету.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                                                                                         | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Наименование оценочного средства                                                                                             |                                                        |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Текущий контроль                                                                                                             | Промежуточная аттестация                               |
| 1     | ПК-1<br>Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов в области инфокоммуникаций, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений | 1.Разрабатывает и согласует технические задания на проектирование, технические условия, программы и методики испытаний радиоэлектронных устройств и систем;<br>2.Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономических обоснований принимаемых решений; | Контрольные вопросы по темам дисциплины<br>Отчет о выполненных лабораторных работах с дополнительными контрольными вопросами | Вопросы на зачете по темам дисциплины (приведены ниже) |
|       | ПК-2<br>Способен проводить анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем в области инфокоммуникаций                                                                                           | 3.Подготавливает конструкторскую и техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия.<br><br>1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; стандарты в области качества услуг связи                                                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                        |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию.</p> <p>3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p> |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Примерный перечень вопросов и заданий***

**Зачетно-экзаменационные материалы для аттестации (зачет)**

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов рабочей программы.

1. Физический принцип действия твердотельных лазеров. Схемы накачки лазеров и типы их резонаторов.
2. Физический принцип действия эрбиевого волоконного лазера. Резонатор эрбиевого лазера.
3. Эффект ВКР в нелинейной оптике и принцип действия волоконного ВКР-лазера.
4. Принцип действия эрбиевого волоконного усилителя. Схемы накачки усилителя.
4. Физический принцип действия волоконного ВКР-усилителя.
5. Принцип синхронизации мод в лазерах.
6. Основные характеристики промышленных волоконных лазеров различного назначения.
7. Основные характеристики промышленных волоконных эрбиевых и ВКР-усилителей.
8. Области применения волоконных лазеров
9. Области применения волоконных усилителей.
10. Лазерная динамика.

**Критерии оценивания результатов обучения**

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по разделам дисциплины, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять основной материал дисциплины, иллюстрируя его практическими примерам;

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести практические примеры, довольно ограниченный объем знаний материала программы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

#### **Основная литература**

- 1.Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие для вузов / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/186213>
2. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 520 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212447>
3. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 т.]. / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 759 с.
4. Тучин, Валерий Викторович. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин . - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ : Изд-во Саратовского университета , 2010. - 488 с.
5. Крюков, Петр Георгиевич. **Лазеры** ультракоротких импульсов и их применения : [учебное пособие] / П. Г. Крюков. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 247 с. : ил.
- 6.Ларкин, А.И. Когерентная фотоника : [учебник] / А. И. Ларкин, Ф. Т. С. Юу. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 317 с.
7. Тарасов, Лев Васильевич.Физика лазера / Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : URSS : [ЛИБРОКОМ], 2010. - 439 с. : ил.
- 8.Янг, Матт. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы / М. Янг ; пер. с англ. Н. А. Липуновой, О. К. Нания, В. В. Стратонович ; под ред. В. В. Михайлина. - М. : Мир, 2005. - 541 с. : ил.

## **Дополнительная литература**

1. Волноводная оптоэлектроника / под ред. Т. Тамира ; пер. с англ. А. П. Горобца, Г. В. Корнюшенко, Т. К. Чехловой под ред. В. И. Аникина. - М. : Мир, 1991. - 574 с.
2. Гончаренко А.М. Основы теории оптических волноводов / А. М. Гончаренко, В. А. Карпенко. - Изд. 2-е, испр. - М. : [Едиториал УРСС], 2004. - 237 с.
3. Айхлер, Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение : пособие / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. - М. : Техносфера, 2008. - 438 с. : ил

## **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/> "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>

2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

##### **КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфолио студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Электротехника и электроника».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Электротехника и электроника» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям:

#### Типовые задания для самостоятельной работы студентов

| № темы | Тема или задание текущей работы                                                                                             | Форма представления результатов  | Сроки выполнения (недели) |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1.     | Формирование волноводного режима распространения оптического излучения. Одномодовые волоконные световоды.                   | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 2.     | Формирование волноводного режима распространения оптического излучения. Многомодовые волоконные световоды.                  | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 3.     | Расчет поля моды волоконного световода.                                                                                     | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 4.     | Волоконные световоды для эрбиевого усилителя оптического излучения, эрбиевых широкополосных источников излучения и лазеров. | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 5.     | Применение EDFA волоконного усилителя оптического излучения в подводных линиях света.                                       | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 6.     | Промышленное применение волоконных лазеров (обзор).                                                                         | Устный ответ, текстовый документ | 2                         |
| 7.     | Применение ВКР (Рамановского) волоконного усилителя оптического излучения в подводных линиях света.                         | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |
| 8.     | Принцип работы многочастотного лазера                                                                                       | Устный ответ, текстовый документ | 1                         |

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений                                                  | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                    | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                           | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                                                                   | Операционная система MS Windows 10; интегрированное офисное приложение MS Office                     |
| Учебная аудитории N137с для проведения лабораторных работ.                          | Мебель: учебная мебель<br>Оборудование: специализированные учебно-исследовательские стенды для проведения лабораторных работ по интегральной фотонике | -----                                                                                                |
| Учебная аудитории N133с для проведения лабораторных работ                           | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютерный класс                                                          | Операционная система MS Windows 10; приложение Matlab.                                               |
| Учебная аудитории N133с для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютерный класс                                                          | Операционная система MS Windows 10; интегрированное офисное приложение MS Office, приложение Matlab. |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Операционная система MS Windows 10; интегрированное офисное приложение MS Office, приложение Matlab. |

