

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

Г.А. Хагуров

«25» мая 2023 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/специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

(наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Оптические системы локаций,
связи и обработки информации

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

магистр

Краснодар 2023

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

Программу составил:

Михаил Михайлович Векшин,
профессор кафедры оптоэлектроники физико-технического факультета
КубГУ, доктор физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины “Волоконно оптические усилители и лазеры” утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники КубГУ
протокол № 9 «10» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники Яковенко Н.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета КУБГУ
протокол № 10 «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

Рецензенты:

Ильченко Геннадий Петрович, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ

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 ИПК-2.1 Знает методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем; | Студент должен: 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. Уметь: Проектировать волоконно-оптические системы, подсистемы и сети связи, а также их компонентную базу. Владеть: Первичными навыками эксплуатации техники оптической связи с волоконно-оптическими усилителями. |

| № п.п. | Индекс компетенции | Код и наименование 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 часов | Форма обучения | | | |
|--|-------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| | | очная | | очно-заочная | заочная |
| | | 3 семестр (часы) | 4 семестр (часы) | X семестр (часы) | X курс (часы) |
| Контактная работа, в том числе: | | 30,2 | | | |
| Аудиторные занятия (всего): | | | | | |
| занятия лекционного типа | | 10 | | | |
| лабораторные занятия | | 10 | | | |
| практические занятия | | 10 | | | |
| семинарские занятия | | | | | |
| Иная контактная работа: | | | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,2 | | | |
| Самостоятельная работа | | 77,8 | | | |
| | | | | | |
| Подготовка к текущему контролю | | | | | |

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

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|----|---|------------------|-------------------|----|----|------------------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеауди- торная 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 раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего 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 промышленны эрбиевых волоконно-оптических усилителей. | КВ |
| 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. | КВ |
| 9 | Применение волоконно-оптических усилителей в ВОЛС. Моделирование ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями. | Магистральные и внутризонные ВОЛС с волоконно-оптическими усилителями. Каскадирование усилителей EDFA. Подводные ВОЛС. Удаленная накачка EDFA в подводных ВОЛС. Модели ВОЛС с EDFA- и ВКР-усилителями. | КВ |
| 10 | Применение волоконно-оптических лазеров в промышленности и медицине | Преимущества и недостатки волоконных лазеров. Сварка, гравировка и резка металлов. Биомедицинские приложения. | КВ |

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы

2.3.2 Лабораторные работы

| № п/п | Тема | Форма текущего 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 |

| № п/ п | Тема | Форма текущего 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 | <p>ПК-1 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</p> <p>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</p> | <p>1.Разрабатывает и согласует технические задания на проектирование, технические условия, программы и методики испытаний радиоэлектронных устройств и систем;</p> <p>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;</p> <p>3.Подготавливает конструкторскую и техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия.</p> <p>1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; стандарты в области качества услуг связи</p> | <p>Контрольные вопросы по темам дисциплины</p> <p>Отчет о выполненных лабораторных работах с дополнительными контрольными вопросами</p> | <p>Вопросы на зачете по темам дисциплины (приведены ниже)</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <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 примерами;

«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
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» 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
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.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/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/](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 портфеля 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 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 Оборудование: специализированные учебно-исследовательские стенды для проведения лабораторных работ по интегральной фотонике | ----- |
| Учебная аудитории N133с для проведения лабораторных работ | Мебель: учебная мебель 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 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 Комплект специализированной мебели: компьютерные столы 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. |

