ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ» (Б1.В.ОД.6)

для специальности

23.05.05«Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным 17 октября 2016 г., приказ № 1296 по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов», по дисциплине «Волоконно-оптические линии связи».

Целью изучения дисциплины «Волоконно-оптические линии связи» является приобретение навыков и получение студентами знаний по вопросам проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий передачи и сетей различного назначения на железнодорожном транспорте

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

* изучение эволюции развития волоконно-оптических систем передачи и волоконно-оптических линий связи с учетом особенностей железнодорожного транспорта;
* изучение основных элементов и характеристик волоконно-оптических линий связи (активных и пассивных) их классификацию и области применения;
* изучение основных принципов проектирования и строительства волоконно-оптических линий связи технологических операторов связи с учетом специфики железнодорожного транспорта;
* получение навыков монтажа и различных видов измерения оптических волокон, оптических трактов и оптических кабелей связи;
* изучение перспективных компонентов волоконно-оптических сетей связи для построения полностью оптических телекоммуникационных сетей.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

* правила техники безопасности при работе с оптическим волокном и кабелем при эксплуатации волоконно-оптических направляющих систем;
* основы технической эксплуатации железнодорожных волоконно-оптических линий передачи;
* способы и технологии прокладки оптических кабелей на железнодорожном транспорте;
* технологии ремонтно-восстановительных работ ВОЛС;
* назначение оптических кабелей и область их эффективного применения на линиях и сетях передачи информации;
* основные типы оптических волокон, их конструктивные, механические и передаточные характеристики, стойкость к воздействию внешней среды;
* основные закономерности распространения электромагнитной энергии по различным типам оптических волокон;
* оптические и электрические характеристики источников и приемников оптического излучения;
* факторы, ограничивающие дальность передачи информации по оптическим сетям связи;
* методику инженерного расчета длины регенерационного участка ВОЛС;
* разновидности оптических кабелей и их маркировку;
* технологические процессы при строительстве, эксплуатации и ремонте волоконно-оптических линий передачи; принципы вывода оптического излучения из волокна.

**УМЕТЬ**:

* оценивать возникающие усилия на растяжения в процессе прокладки, монтажа и эксплуатации оптических кабелей связи;
* рассчитывать усилия на растяжение самонесущего оптического кабеля при различных метеорологических условиях;
* оценивать характеристики оптических измерительных приборов, влияющих на точность определения измеряемых параметров и разрешающую способность при различных видах измерений;
* применять правила обращения с оптическими разъемами различных типов и их техническое обслуживание.

**ВЛАДЕТЬ**:

* разделкой оптических кабелей, модулей и оптических волокон; монтажом оптических муфт и кроссов;
* навыками соединения оптических волокон с использование сварки и механических соединителей;
* навыками определения характера и расстояний до мест повреждений оптических шнуров и кабелей связи;
* способами оценки затухания и обратного отражения с использованием оптических рефлектометров;
* навыками измерения затухания регенерационного участка и отдельных его элементов в проходящем свете;
* приемами оконцевания оптических волокон и кабеля оптическими разъемами и адаптерами; навыками проектирования волоконно-оптических линий связи.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**:

* способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессионально-специализированных компетенций (ПСК)**:

* способностью применять методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик направляющих систем, волоконно-оптических линий передачи, владением современной технологией монтажа электрических и оптических линий, навыками проектирования линейных сооружений связи (ПСК-3.2).

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Волоконно-оптические линии связи» (Б1.В.ОД.6) относится к вариативной части и является обязательной дисциплиной.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестры** |
| VII |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| В том числе: |  |  |
| − лекции (Л) | 36 | 36 |
| − практические занятия (ПЗ) | 18 | 18 |
| − лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 9 | 9 |
| Подготовка к экзамену | 27 | 27 |
| Форма контроля знаний |  | Э, КП |
| Общая трудоемкость:час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| V |
| Аудиторные занятия (всего) | 16 | 16 |
| В том числе: |  |  |
| − лекции (Л) | 8 | 8 |
| − практические занятия (ПЗ) | 4 | 4 |
| − лабораторные работы (ЛР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 83 | 83 |
| Контроль (Эк), час | 9 | 9 |
| Контрольные работы, шт. | - | - |
| Подготовка к экзамену |  |  |
| Форма контроля знаний |  | Э, КП |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| **1** | **2** | **3** |
| Модуль 1. Оптические волокна их характеристики и активные компоненты ВОСП |
| 1 | Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи | Основные этапы развития волоконно-оптических линий и сетей связи. Вклад ученых России в теорию и практику оптической связи.Области использования волоконно-оптических технологий и кабелей в различных сетях передачи информации на железнодорожном транспорте: магистральной, дорожной и отделенческой сетях связи, кабельного телевидения, передачи данных, автоматизации управления движением, а также локальных вычислительных сетях и сетях абонентского доступа. Этапы развития железнодорожных волоконно-оптических линий и сетей связи. Структурная схема передачи информации по оптической линии связи. Основные элементы ВОЛС. Взаимосвязь между характеристиками источников оптического излучения, оптическим волокном и приемниками оптического излучения. Схематическая структура некоммутируемой и коммутируемой волоконно-оптической сети. Стандарты Международного Союза Электросвязи и других международных организаций, касающиеся волоконно-оптических технологий при проектировании, строительстве и эксплуатации ВОЛС. |
| 2 | Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность | Конструкция оптических волокон. Сердцевина и отражающая оболочка. Первичное защитное покрытие и защитные оболочки оптических волокон. Типы оптических волокон. Разновидности многомодовых волокон и области их использования. Разновидности одномодовых волокон и области их использования.Профиль распределения показателя преломления, его воздействие на распространение света по оптическому волокну. Причины ограничения дальности и скорости передачи по оптическим волокнам. Среднеквадратическая длительность импульсов. Передаточные характеристики оптического волокна. Причины и оценка потерь в оптических волокнах. Поглощение и рассеяние. Затухание оптических волокон. Дисперсия импульсных сигналов. Модовая дисперсия. Дисперсия материала. Волноводная дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия. Характеристики передачи: коэффициент затухания, полоса пропускания, хроматическая дисперсия. Электрическая и оптическая полоса пропускания. Геометрические характеристики. Механические характеристики прочность и срок службы оптических волокон. Теоретическая и реальная прочность оптического волокна на разрыв. Испытание оптического волокна на прочность и расчет вероятности разрушения волокна. Срок службы оптического волокна. Статическая коррозия и динамическая коррозия. Климатические характеристики оптических волокон. |
| 3 | Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах | Два подхода к объяснению процесса распространения света в оптических волокнах. Лучевой подход. Электромагнитный подход. Основные законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение плоской волны на границе раздела двух сред. Закон Снеллиуса. Волновые процессы на границе раздела двух диэлектрических сред. Распространение света в ступенчатых оптических волокнах. Входная угловая и числовая апертура световода. Распространение света по градиентному оптическому волокну. Локальная и эффективная числовая апертура. Распространения волноводных мод в идеальном оптическом волокне двухслойной конструкции без потерь. Число распространяющихся мод. Условия одномодового режима работы. |
| 4  |  Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи | Источники оптического излучения: светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры. Оптические и электрические характеристики полупроводниковых лазеров: лазерные моды, спектральные характеристики, ваттамперные и вольтамперные характеристики, частотные характеристики.Приемники оптического излучения: pin –фотодиоды и лавинные фотодиоды. Импульсные и частотные характеристики приемников оптического излучения. Шумы фотоприемников. Волоконно-оптические усилители. Пассивные элементы: оптические муфты и кроссы, оптические вилки и розетки, адаптеры обнаженного волокна, аттенюаторы, направленные ответвители, оптические фильтры. |
| Модуль 2. Волоконно-оптические кабели, проектирование, строительство, эксплуатация |
| 5 | Раздел 5.Конструкции и характеристики оптических кабелей | Конструкции и характеристики оптических кабелей. Общие требования к оптическим кабелям. Элементы конструкций оптических кабелей. Сердечник кабеля. Упрочняющие элементы. Оболочка кабеля. Механические характеристики оптических кабелей связи. Методы испытаний стойкости оптического кабеля к воздействию различных нагрузок. Отечественные оптические кабели для железнодорожных сетей связи и сетей связи общего пользования. Самонесущий кабель для подвески на опорах контактной сети. |
| 6 | Раздел 6.Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи | Технико-экономическое обоснование варианта строительства ВОЛС. Выбор топологии линии передачи информации и расчет надежности ее работы. Выбор типа оптических волокон и конструкции оптического кабеля. Выбор трассы и способа прокладки ОКС. Расчет длины регенерационного участка. Вводы кабеля в помещения и монтаж оконечных устройств. Календарный план строительства и потребности в рабочей силе: подготовительный период, период основных строительно-монтажных работ. Проект организации строительства и производства работ. Организация аварийно-восстановительных работ. Охрана труда при строительстве и техническом обслуживании. Противопожарные мероприятия. Охрана окружающей среды.Способы, технологические принципы прокладки ОКС на линиях и сетях связи железнодорожного транспорта : непосредственно в грунте, трубопроводе или кабельной канализации, подвеска диэлектрического ОКС на опорах контактной сети, воздушных линиях автоблокировки и связи.Строительство железнодорожных ВОЛС в пластмассовых трубопроводах и канализации. Типы полиэтиленовых трубопроводов. Преимущества прокладки кабелей в пластмассовых трубопроводах. Соединение строительных длин трубопроводов и проверка проходимости и герметичности магистрали. Способы прокладки оптических кабелей в трубопроводах и кабельной канализации. Расчет усилия тяжения при прокладке кабеля в телефонной канализации.Собственные, вносимые и суммарные потери при соединении многомодовых и одномодовых волокон. Отражения и потери: коэффициент отражения, френелевское отражение. Модовый шум в одномодовых и многомодовых оптических волокнах. Оптический разъемы и их конструктивные, оптические и механические характеристики. Типы соединителей, методы настройки и контроль оптических и механических параметров места соединения. Технология сращивания оптических волокон и контроль качества сварных соединений. Механическое соединение оптических волокон и типы механических соединителей. |
| 7 | Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи | Порядок проведения измерений в процессе эксплуатации. Методы и средства измерения оптических характеристик: оптической мощности, затухания и вносимых потерь, спектра оптического излучения и ширины спектральной линии. Измерение поляризационной модовой дисперсии. Измерение комбинационного рассеяния, обусловленного механическим воздействием на оптическое волокно. Приемо-сдаточные измерения, составление паспорта волоконно-оптической линии передачи информации. Методы измерений затухания оптическими тестерами. Рефлектометрические измерения параметров ВОЛС. Типы рефлектометров и их основные характеристики.Меры по обеспечению надежности ВОЛС. Техническое обслуживание станционных оптических кабелей и оптических разъемных соединителей. Техническое обслуживание линейных оптических кабелей. Требования безопасности при эксплуатации ВОЛС. Стратегия восстановления ВОЛС. Организация работ по устройству временной связи на оптическом кабеле. |
| Модуль 3. Сетевые компоненты ВОЛС для построения сетей различного назначения |
| 8 | Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов | Компоненты оптического тракта систем DWDM и их характеристики: передатчики, приемники, аттенюаторы, коммутаторы, волновые разветвители, устройства компенсации дисперсии, оптические мультиплексоры ввода-вывода, оптические усилители, оптические волокна. Основные параметры DWDM контролируемые при эксплуатации: измерение потерь, отношение сигнал/шум, коэффициент усиления, перекрестные помехи, нелинейные эффекты, четырехволновое смешивание, поляризационно-модовая дисперсия, коэффициент ошибок. |
| 9 | Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей | Разновидности пассивных оптических сетей. Характеристики элементов пассивных оптических сетей. Оптические разветвители. Коэффициент деления оптических разветвителей. Потери в оптических разветвителях. Проектирование пассивных оптических сетей. Понятие сбалансированной сети. Особенности измерения пассивных оптических сетей. |
| 10 | Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем | Принципы построения структурированных кабельных систем. Типы и характеристики волокон и оптических кабелей для оптической кабельной проводки. Схемы организации оптической кабельной проводки. Соединительное оборудование для оптической кабельной проводки. Измеряемые параметры и схемы измерения оптической кабельной проводки в структурированных кабельных системах. |
| 11 | Раздел 11. Волоконно-оптические датчики | Разновидности волоконно-оптических датчиков. Принципы работы оптических датчиков. Область использования волоконно-оптических датчиков на железнодорожном транспорте; повышение безопасности движения поездов, сокращение времени обработки грузовых составов, охрана помещений. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи | 2 |  |  | 1 |
| 2 | Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах | 4 | 4 | 4 | 1 |
| 4 | Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементыволоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 5 | Раздел 5. Конструкции и характеристики оптических кабелей | 4 | 2 |  | 1 |
| 6 | Раздел 6.Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 7 | Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 8 | Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов | 4 |  |  | 1 |
| 9 | Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей | 2 |  |  | 1 |
| 10 | Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем | 4 |  | 2 |  |
| 11 | Раздел 11. Волоконно-оптические датчики | 4 |  |  |  |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи | 2 |  |  | 8 |
| 2 | Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность |  |  | 8 |
| 3 | Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах |  | 2 | 8 |
| 4 | Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи | 1 |  |  | 8 |
| 5 | Раздел 5. Конструкции и характеристики оптических кабелей | 1 | 2 |  | 8 |
| 6 | Раздел 6. Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи | 1 | 2 |  | 8 |
| 7 | Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи | 1 |  | 2 | 8 |
| 8 | Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов | 2 |  |  | 8 |
| 9 | Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей |  |  | 6 |
| 10 | Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем |  |  | 7 |
| 11 | Раздел 11. Волоконно-оптические датчики |  |  | 6 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75523>
 |
| 2 | Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Системы обеспечения движения поездов" ВПО / Е. З. Савин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Транспортные средства) (Системы обеспечения движения поездов). - Библиогр.: с. 218-219. - ISBN 978-5-9994-0093-2 : 413 р.
 |
| 3 | Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
 |
| 4 | Р Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72971>
3. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/53675>
4. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91904>
 |
| 5 | Раздел 5. Конструкции и характеристики оптических кабелей | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Системы обеспечения движения поездов" ВПО / Е. З. Савин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Транспортные средства) (Системы обеспечения движения поездов). - Библиогр.: с. 218-219. - ISBN 978-5-9994-0093-2 : 413 р.
 |
| 6 | Раздел 6. Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75523>
 |
| 7 | Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Системы обеспечения движения поездов" ВПО / Е. З. Савин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Транспортные средства) (Системы обеспечения движения поездов). - Библиогр.: с. 218-219. - ISBN 978-5-9994-0093-2 : 413 р.
 |
| 8 | Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов | 1. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75523> Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72971>
2. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/53675>
 |
| 9 | Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
 |
| 10 | Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Системы обеспечения движения поездов" ВПО / Е. З. Савин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Транспортные средства) (Системы обеспечения движения поездов). - Библиогр.: с. 218-219. - ISBN 978-5-9994-0093-2 : 413 р.
 |
| 11 | Раздел 11. Волоконно-оптические датчики | 1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91904>
 |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Волоконно-оптические линии связи» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Электрическая связь» и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета http://library.pgups.ru/, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине.

ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76830>
2. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75523>

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Системы обеспечения движения поездов" ВПО / Е. З. Савин. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Транспортные средства) (Системы обеспечения движения поездов). - Библиогр.: с. 218-219. - ISBN 978-5-9994-0093-2 : 413 р.
2. Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72971>
3. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/53675>
4. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91904>

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Федеральный закон от 07.07.2003 №126-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О связи» (с изм. и доп., вступ. в силу 10.01.2016.)

2. МС РФ Приказ от 10 августа 1996 г. N 92 «Об утверждении норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России. (с изм., внесенными Приказом Гостелекома РФ от 28.09.1999 N 48)

8.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

1. Канаев А.К., Кренев В.В. Разъемные и неразъемные соединения оптических волокон // Метод. указания. – СПб.: ПГУПС, 2014. – 18 с.;
2. Виноградов В.В., Канаев А.К. Активные и пассивные элементы волоконно-оптических линий связи // Метод. указания. – СПб.: ПГУПС, 2009. – 27 с.;
3. Виноградов В.В., Канаев А.К. Измерение ВОЛС методом обратного рассеяния с использованием OTDR // Метод. указания. – СПб.: ПГУПС, 2004. – 17 с.;
4. Канаев А.К., Сахарова М.А. Прохождение оптических импульсов по одномодовым оптическим волокнам // Метод. указания. – СПб.: Электронный вариант, 2014. – 16 с.
5. Канаев А.К., Измерения оптических трактов в проходящем свете // Метод. указания. – СПб.: Электронный вариант, 2014. – 14 с.
6. Виноградов В.В., Канаев А.К. Исследование характеристик источников и приемников излучения // Метод. указания. – СПб.: Электронный вариант, 2014. – 26 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://e.lanbook.com>.
2. <http://ibooks.ru/>
3. [http://sdo.pgups.ru/ -](http://sdo.pgups.ru/%20-) Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС
4. Официальный сайт информационной сети журнала «Автоматика, связь, информатика» [Электронный ресурс] - Режим доступа: http//www.asi-rzd.ru/, свободный;
5. Официальный сайт информационной сети журнала «Фотон-Экспресс» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.fotonexpress.ru/>, свободный;

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* персональные компьютеры, локальная вычислительная сеть кафедры, проектор;
* методы обучения с использованием информационных технологий: компьютерный лабораторный практикум, демонстрация мультимедийныхматериалов;
* лабораторное программное обеспечение, разрабатываемое в ходе учебного процесса студентами совместно с преподавателем;
* Интернет-сервисы и электронные ресурсы: сайты, перечисленные в разделе 9 рабочей программы; электронные учебно-методические материалы, доступные через личный кабинет обучающегося на сайте sdo.pgups.ru; на выбор обучающегося – поисковыесистемы, профессиональные, тематические чаты ифорумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии исправочники.

Кафедра обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

* Microsoft Windows 7;
* Office Standard 2010 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition;
* Adobe Acrobat Reader DC (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа https://get.adobe.com/ru/reader/).

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данной специальности, и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения, укомплектованных специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Материально-техническая база дисциплины включает:

* помещения для проведения лекционных занятий (ауд. 7-415, 7-417), укомплектованных наборами демонстрационного оборудования (стационарными персональными компьютерами, настенными экранами, мультимедийными проекторами с дистанционным управлением и другими информационно-демонстрационными средствами) и учебно-наглядными пособиями (презентациями), обеспечивающими тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины;
* лабораторию волоконно-оптических линий связи (ауд. 10-308/2), оснащенную измерительным, монтажным и лабораторным оборудованием в соответствии с требованиями ФГОС ВО; аудитория (ауд. 7-408) оборудована современной вычислительной техникой на которой установлено программное обеспечение для исследования компонентов волоконно-оптических трактов;
* помещения для выполнения курсового проекта (ауд. 7-408), оснащенные рабочими местами на базе вычислительной техники с установленным офисным пакетом и набором необходимых для выполнения индивидуального задания программных средств (см. раздел 11), а также комплектом оборудования для печати;
* помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 7-412), оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации;
* помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 10-308/2), укомплектованные рабочими местами на базе вычислительной техники с установленным офисным пакетом и набором необходимых для выполнения индивидуального задания программных средств (см. раздел 11);
* помещения для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 7-408), укомплектованные рабочими местами на базе вычислительной техники с установленным офисным пакетом и набором необходимых для выполнения индивидуального задания программных средств (см. раздел 11).

Помещение для проведения лекционных занятий укомплектовано настенным экраном, персональным компьютером и мультимедийным проектором.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик программыДоцент«20» апреля 2018 г. |  |  |
|  |  |  |