

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

Б1.В.09 «ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Волоконно-оптические линии связи» (Б1.В.09) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05. «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО) утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.018 «Работник по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи» (утвержден 30 марта 2021 г., приказ Минтруда России № 160н).

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 установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Техническое обслуживание аналогового и цифрового оборудования, устройств и сооружений железнодорожной электросвязи	
ПК-1.2.2 Умеет диагностировать возможные неисправности при техническом обслуживании объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : <ul style="list-style-type: none">– оценивать характеристики оптических измерительных приборов, влияющих на точность определения измеряемых параметров и разрешающую способность при различных видах измерений;– проводить измерения по определению характера и расстояний до мест повреждений оптических кабелей связи.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.3.7 Имеет навыки анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	<p>Обучающийся <i>владеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Навыками оценки потерь в разъемных соединениях и применять правила обращения с оптическими разъемами различных типов и их техническое обслуживание; – методикой инженерного расчета длины регенерационного участка ВОЛС; – принципами проектирования волоконно-оптических линий связи; – технологиями ремонтно-восстановительных работ ВОЛС; – методикой инженерного расчета длины регенерационного участка ВОЛС;

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	48
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	60
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	123
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), курсовой проект (КП)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи	Лекция 1. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

2	<p>Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон.</p> <p>Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность</p>	<p>Лекция 2. 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
		<p>Лабораторная работа 1 Исследование процессов распространения оптических импульсов по одномодовым волокнам.</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p>	ПК-1.3.7
		<p>Лекция 3. 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.</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

3	Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах	<p>Лекция 4. 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
4	Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи	<p>Лекция 5. 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
5	Раздел 5. Конструкции и характеристики оптических кабелей	<p>Лекция 6. 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.</p> <p>Лекция 7. 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7 ПК1.2.2, ПК 1.3.7

6	<p>Раздел 6. Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи</p>	<p>Лекция 8. 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 строительного-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 электрического ОКС на опорах контактной сети, воздушных линиях автоблокировки и связи.</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p> <p>Лекция 9. 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.</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p>	<p>ПК 1.2.2 ПК-4.1.1, 4.2.1, 4.3.1</p> <p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p>
---	--	--	---

7	Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи	<p>Лекция 10. 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.</p> <p>Лабораторная работа 2 Изучение метода обратного рассеяния в оптических волокнах с помощью оптического рефлектометра.</p> <p>Лабораторная работа 3 Монтаж оптических волокон и элементов оптического тракта</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p> <p>ПК 1.3.7</p> <p>ПК 1.3.7</p>
8	Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов	<p>Лекция 11. 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.</p> <p>Лекция 12. Основные параметры DWDM контролируемые при эксплуатации: измерение потерь, отношение сигнал/шум, коэффициент усиления, перекрестные помехи, нелинейные эффекты, четырехволновое смешивание, поляризационно-модовая дисперсия, коэффициент ошибок.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
9	Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей	<p>Лекция 13. 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

10	Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем	<p><u>Лекция 14.</u> Принципы построения структурированных кабельных систем. Типы и характеристики волокон и оптических кабелей для оптической кабельной проводки. Схемы организации оптической кабельной проводки.</p> <p><u>Лекция 15.</u> Соединительное оборудование для оптической кабельной проводки. Измеряемые параметры и схемы измерения оптической кабельной проводки в структурированных кабельных системах.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
11	Раздел 11. Волоконно-оптические датчики	<p><u>Лекция 16.</u> 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.</p>	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Раздел 1. Области применения и принципы построения оптических сетей связи	<p>Лекция 1. 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.</p> <p>Самостоятельная работа. 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.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p> <p>ПК1.2.2, ПК-1.3.7</p>

2	<p>Раздел 2. Конструкция и типы оптических волокон.</p> <p>Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность</p>	<p>Лекция 1. 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.</p> <p>Самостоятельная работа. 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.</p> <p>Курсовой проект.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p> <p>ПК-1.2.1, ПК-1.3.7,</p> <p>ПК-1.3.4</p>
		<p>Лекция 2. Характеристики передачи: коэффициент затухания, полоса пропускания, хроматическая дисперсия. Электрическая и оптическая полоса пропускания. Геометрические характеристики. Механические характеристики прочность и срок службы оптических волокон.</p> <p>Самостоятельная работа. 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.</p> <p>Курсовой проект.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p> <p>ПК 1.2.1, ПК-1.3.7,</p>

3	Раздел 3. Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах	Самостоятельная работа. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
4	Раздел 4. Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи	Самостоятельная работа. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
5	Раздел 5. Конструкции и характеристики оптических кабелей	Лекция 3. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

6	<p>Раздел 6. Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи</p>	<p>Лекция 4. 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.</p> <p>Способы, технологические принципы прокладки ОКС на линиях и сетях связи железнодорожного транспорта : непосредственно в грунте, трубопроводе или кабельной канализации, подвеска электрического ОКС на опорах контактной сети, воздушных линиях автоблокировки и связи.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Самостоятельная работа. Курсовой проект.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p>
---	--	--	------------------------------

7	Раздел 7. Техническая эксплуатация линий связи	<p>Самостоятельная работа. 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. Курсовой проект.</p> <p>Лабораторная работа 2 Изучение метода обратного рассеяния в оптических волокнах с помощью оптического рефлектометра.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p> <p>ПК 1.3.7</p>
8	Раздел 8. Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов	<p>Самостоятельная работа. 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.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p>
9	Раздел 9. Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей	<p>Самостоятельная работа. 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.</p>	<p>ПК1.2.2, ПК 1.3.7</p>

10	Раздел 10. Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем	Самостоятельная работа. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7
11	Раздел 11. Волоконно-оптические датчики	Самостоятельная работа. 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.	ПК1.2.2, ПК 1.3.7

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Области применения и принципы построения оптических сетей связи	2				2
2	Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность	4		6	24	34
3	Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах	2				2
4	Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи	2				2
5	Конструкции и характеристики оптических кабелей	4				4
6	Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи	4			24	28
7	Техническая эксплуатация линий связи	2		10	12	24
8	Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов	4				4
9	Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей	2				2
10	Оптические волокна для построения структурированных	4				4

	кабельных систем					
11	Волоконно-оптические датчики	2				2
3	Итого	32		16		108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Области применения и принципы построения оптических сетей связи	1,5			2	3,5
2	Конструкция и типы оптических волокон. Характеристики оптических волокон, определяющие их качество и долговечность	2,5			30	32,5
3	Распространение света в ступенчатых и градиентных оптических волокнах				4	4
4	Оптоэлектронные и пассивные элементы волоконно-оптических направляющих систем, линий и сетей связи				6	6
5	Конструкции и характеристики оптических кабелей	2			4	6
6	Проектирование и строительство волоконно-оптических линий связи	2			30	32
7	Техническая эксплуатация линий связи			4	29	33
8	Элементы оптического тракта для работы систем со спектральным разделением каналов				4	4
9	Характеристики элементов и принципы построения пассивных оптических сетей				4	4
10	Оптические волокна для построения структурированных кабельных систем				6	6
11	Волоконно-оптические датчики				4	4
3	Итого	8		4	123	135
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. 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, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «*Линии связи*» оборудованная следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе:

- рефлектометр FTB-400;
- сварочный аппарат Fujisuga BTR-08;
- сварочный аппарат FSU 975;
- скалыватель для оптического волокна;
- микроскопы (x200, x400);
- портативный измеритель мощности FOD-1204;
- виртуальные лабораторные установки:
 - измерение вносимых затуханий в оптический кабель;
 - изучение приёмников и источников оптического излучения для волоконно-оптических систем;
 - прохождение оптических импульсов по одномодовым волоконным световодам;
 - прохождение оптических импульсов по многомодовым волоконным световодам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Операционная система Windows;
- Adobe Acrobat Reader DC (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа <https://get.adobe.com/ru/reader/>).
- Антивирус Касперский;

– Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

– Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

– Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

– Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Скляр, 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>

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 p.

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>

Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Федеральный закон от 07.07.2003 №126-ФЗ (ред. от 06.06.2019) «О связи» (с изм. и доп., вступ. в силу 01.11.2019)
2. МС РФ Приказ от 10 августа 1996 г. N 92 «Об утверждении норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей ВСС России. (с изм., внесенными Приказом Гостелекома РФ от 28.09.1999 N 48)

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.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

– Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.economy.gov.ru> — Режим доступа: свободный;

1. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный. <http://e.lanbook.com>.
2. <http://ibooks.ru/>
3. Официальный сайт информационной сети журнала «Автоматика, связь, информатика» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.asi-rzd.ru/>, свободный;
4. Официальный сайт информационной сети журнала «Вестник связи» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.vestnik-sviazy.ru/>, свободный;
– Официальный сайт информационной сети журнала «Кабели и провода» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.kp-info.ru/>, свободный.

Разработчик рабочей программы, профессор
__29__ __03__ 2023 г.

А.К. Канаев