

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

«ИЗМЕРЕНИЯ В ТЕХНИКЕ СВЯЗИ» (Б1.В.13)

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

специализация «Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного
транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая связь»
Протокол № 5 от 24 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
«Телекоммуникационные системы и сети
железнодорожного транспорта»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Измерения в технике связи» (Б1.В.13) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специальность 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», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 апреля 2024 г. N 162н (регистрационный № 585).

Целью изучения дисциплины является изучение теоретических основ технологии проведения специальных измерений в аналоговых и волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) и приобретение практических навыков в проведении измерений на аналоговом оборудовании цифровых систем передачи и ВОСП.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение методов измерений параметров и характеристик электрических цепей и сигналов, изучение принципа действия, технических и метрологических характеристик, области применения и основ эксплуатации средств измерения общего и специального назначения.
- изучение принципов построения, структур и области применения информационных измерительных систем, применении вычислительных средств и микропроцессоров для автоматизации и расширения возможностей средств измерения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи (оборудования и устройств телекоммуникационных систем и сетей связи железнодорожного транспорта)	
ПК-1.1.6. Знает методы диагностирования объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>знает</i> : - парк современных средств измерений в области электросвязи,

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.2.1. Умеет оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : использовать приобретенные знания при проведении эксплуатационных и аварийных измерений параметров электрических сигналов в оборудовании АСП и ЦСП и оптических сигналов в оборудовании ЦСП и ВОСП.
ПК-1.3.4. Имеет навыки выявления неисправности объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся имеет навыки : безопасного использования средств измерений.
ПК-1.3.5. Имеет навыки проверки технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся имеет навыки : проведения специальных измерений, навыками работы со средствами измерений.
ПК-1.3.8. Имеет навыки проведения дефектовки объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся имеет навыки : определения типа и места неисправности в АСП и ЦСП
ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи (оборудования и устройств телекоммуникационных систем и сетей связи железнодорожного транспорта)	
ПК-2.1.2. Знает правила, порядок организации и проведения испытаний объектов и проведения электротехнических измерений	Обучающийся знает : основные характеристики средств измерений
ПК-2.1.3. Знает характерные виды нарушений работы объектов железнодорожной электросвязи и способы их устранения	Обучающийся знает : -методики проведения измерений в аналоговых и цифровых телекоммуникационных системах и сетях связи.
ПК-2.3.2. Имеет навыки устранения выявленных неисправностей объектов железнодорожной электросвязи методом замены (регулировки)	Обучающийся имеет навыки : безопасного использования средств измерений; проведения специальных измерений, навыками работы со средствами измерений; определения типа и места неисправности в АСП и ЦСП.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

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

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9

Контактная работа (по видам учебных занятий)	80	80
В том числе:		
лекции (Л)	48	48
практические занятия (ПЗ)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	28	28
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	20	20
В том числе:		
лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	115	115
Контроль	9	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы специальных измерений. Средства измерений электрических сигналов	<i>Лекция 1.</i> Предмет, цели и задачи курса. Единицы измерений параметров электрических сигналов. Абсолютные, относительные и измерительные уровни сигналов. Понятие метода и методики выполнения измерений.	ПК 2.1.2
		<i>Лекция 2.</i> Элементы средств измерений. Аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Оптоэлектронные и электронно-оптические преобразователи.	ПК 2.1.2
		<i>Лекция 3.</i> Измерительные генераторы. Генераторы НЧ. Генераторы шума. Генераторы на биениях. <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 4.</i> Измерительные генераторы. Генераторы ВЧ. Синтезаторы частоты.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 5.</i> Измерительные генераторы. Генераторы импульсов. Генераторы ПСП. <i>Лабораторная работа 2</i> Измерение параметров цифровых потоков тестером E100.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 6.</i> Вольтметры и измерители уровня.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 7.</i> Средства измерения частоты. Опорные кварцевые генераторы. Методы измерения низких частот. Цифровой частотомер. <i>Лабораторная работа 3.</i> Изучение частотомеров	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 8.</i> Измерение нелинейных искажений. <i>Лабораторная работа 4.</i> Измерение нелинейных искажений.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 9.</i> Электронно-лучевые осциллографы. <i>Лабораторная работа 5.</i> Изучение осциллографа.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
		<i>Лекция 10.</i> Анализаторы протоколов. <i>Лабораторная работа 2.</i> Изучение тестера Морион E-100.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
2	Измерение параметров сигналов	<i>Лекция 11.</i> Затухания и усиления в каналах и трактах. Измерение собственного, рабочего и вносимого затухания. <i>Лабораторная работа 6.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2

		<i>Лекция 12.</i> Переходное затухание. Измерение переходного затухания на дальнем и ближнем конце способом по разности уровней и сравнения.	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 13.</i> Измерение уровней передачи. <i>Лабораторная работа 6.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 14.</i> Измерение параметров каналов и трактов. Остаточное затухание. Амплитудно-частотная характеристика. Амплитудная характеристика. Метод и схема измерения. Нормирование.	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 15.</i> Измерение параметров каналов ТЧ. Остаточное затухание. Амплитудно-частотная характеристика. Амплитудная характеристика. Метод и схема измерения. Нормирование. <i>Лабораторная работа 7.</i> Изучение оптического рефлектометра (OTDR, Optical Time Domain Reflectometer).	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
3	Измерения в цифровых системах передачи (PDH и SDH)	<i>Лекция 16.</i> Методология измерения параметров бинарных цифровых каналов. Параметры бинарных цифровых каналов. Тестовые последовательности.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 17.</i> Измерения в системах передачи ПЦИ. Рекомендации МСЭ-Т G. 821 и G. 826. <i>Лабораторная работа 2.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 18.</i> Измерение фазового дрожания и дрейфа фазы. Понятие дрожания и дрейфа фазы. Параметры фазового дрожания. Анализатор джиттера. Методы измерения джиттера. <i>Лабораторная работа 8.</i> Изучение измерителя временных отклонений ИВО-1М.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 19.</i> Измерения в системах передачи СЦИ. Трехмерная концепция измерений. <i>Лабораторная работа 9.</i> Изучение измерительного прибора Metrotek Vergcut-SDH.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 20.</i> Измерения в системах передачи СЦИ. Измерение параметров мультиплексоров, регенераторов. <i>Лабораторная работа 10.</i> Применение тестера ANT-5 (Acterna) для измерений на сети SDH	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
4	Нормирование параметров цифровых каналов и трактов.	<i>Лекция 21.</i> Гипотетическая модель цифрового тракта. Принципы нормирования трактов. <i>Лабораторная работа 11.</i> Изучение оборудования CWDM. Анализатор оптического спектра (OSA) MTS-6000.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.8
		<i>Лекция 22.</i> Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.8
		<i>Лекция 23.</i> Нормы на показатели ошибок в цифровых трактах и секциях систем СЦИ.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5

		<i>Лабораторная работа 12.</i> Настройка мультисервисного мультиплексора СМК-30 с использованием АРМ “Pegas”.	ПК-1.3.8
		<i>Лекция 24</i> Расчет норм на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ и цифровых трактов и секций систем СЦИ. <i>Лабораторная работа 13.</i> Изучение тестера AnCom TDA-9.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.8

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы специальных измерений. Средства измерений электрических сигналов	<i>Лекция 1.</i> Измерительные генераторы. Цифровой частотомер Генераторы НЧ. Генераторы шума. Генераторы на биениях. Генераторы ПСП. Цифровой частотомер <i>Лабораторная работа 9.</i> Изучение измерительного прибора Metrotek Vergut-SDH. <i>Самостоятельная работа:</i> Единицы измерений параметров электрических сигналов. Абсолютные, относительные и измерительные уровни сигналов. Измерение нелинейных искажений. Электронно-лучевые осциллографы.	ПК2.1.2 ПК 2.1.3 ПК 2.3.2
2	Измерений параметров сигналов	<i>Лекция 2.</i> Затухания и усиления в каналах и трактах. Измерение собственного, рабочего и вносимого затухания. <i>Лабораторная работа 7.</i> Изучение оптического рефлектометра (OTDR, Optical Time Domain Reflectometer). <i>Самостоятельная работа</i> Переходное затухание. Измерение переходного затухания на дальнем и ближнем конце способом по разности уровней и сравнения.	ПК-1.3.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
3	Измерения в цифровых системах передачи (PDH и SDH)	<i>Лекция 3.</i> Методология измерения параметров бинарных цифровых каналов. Параметры бинарных цифровых каналов. Тестовые последовательности. Измерения в системах передачи ПЦИ. Рекомендации МСЭ-Т G. 821 и G. 826. <i>Лабораторная работа 8.</i> Изучение измерителя временных отклонений ИВО-1М. <i>Самостоятельная работа</i> Измерение фазового дрожания и дрейфа фазы. Понятие дрожания и дрейфа фазы. Параметры фазового дрожания. Анализатор джиттера. Методы измерения джиттера.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2
		<i>Лекция 4.</i> Измерения в системах передачи СЦИ. Трехмерная концепция измерений. Измерение параметров мультиплексоров, регенераторов. <i>Лабораторная работа 12.</i> Настройка мультисервисного мультиплексора СМК-30 с использованием АРМ “Pegas”.	ПК-1.1.6, ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2

4	Нормирование параметров цифровых каналов и трактов.	<p><i>Лекция 5.</i> Гипотетическая модель цифрового тракта. Принципы нормирования трактов. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ</p> <p><i>Лабораторная работа 10.</i> Изучение оборудования CWDM. Анализатор оптического спектра (OSA) MTS-6000.</p> <p><i>Самостоятельная работа</i> Расчет норм на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ и цифровых трактов и секций систем СЦИ</p>	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.8
---	---	---	-----------------------------------

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы специальных измерений. Средства измерений электрических сигналов	20	-	12	6	38
2	Измерений параметров сигналов	10	-	8	6	24
3	Измерения в цифровых системах передачи (PDH и SDH)	10	-	10	8	28
4	Нормирование параметров цифровых каналов, тактов	8	-	2	8	18
	Итого	48	-	32	28	108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы специальных измерений. Средства измерений электрических сигналов	2	-	2	35	39
2	Измерений параметров сигналов	2	-	2	35	39
3	Измерения в цифровых системах передачи (PDH и SDH)	4	-	2	39	45
4	Нормирование параметров цифровых каналов, тактов	4	-	2	6	12
	Итого	12	-	8	115	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 является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен 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 типовые контрольные задания или иные материалы, 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 программы магистратуры по дисциплине

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

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 «Измерения в технике связи» оборудованная следующими приборами, используемыми в учебном процессе:

- Анализатор протоколов МОИОН E100;
- Анализатор систем связи AnCom TDA-9;
- Осциллограф GDS-71062A;
- Универсальный измерительный комплект GF69;
- Измеритель нелинейных искажений С-7-11;
- Измерительный генератор ГЗ-111;
- Частотомер ИЧ-7;
- Тестер ИПКТЧ;

- Тестер Acterna;
- Измерительный прибор Metrotek Bercut-SDH;
- Оптический рефлектометр (OTDR, Optical Time Domain Reflectometer);
- Измеритель временных отклонений ИВО-1М;
- Анализатор оптического спектра (OSA) MTS-6000.

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:

- Microsoft Windows 7;
- Adobe Acrobat Reader DC (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа <https://get.adobe.com/ru/reader/>);
- Microsoft Excel 2016;
- Microsoft PowerPoint 2016.

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

- Ракк М.А., Мельникова Л.Я., Лабецкая Г.П., Кульбикаян Х.Ш. Измерения в технике связи. Учебник для вузов. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»; 2008.-566 с.;
- Шахтанов С.В. Направляющие системы электросвязи. Измерение оптических кабельных линий связи. Практикум : учебное пособие для вузов / С.В. Шахтанов, П.н. Романов – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 200 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/445259#2> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- п.3 Федеральный закон «О связи» № 126-ФЗ (ред. от 18.03.2023).

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

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс» – URL: <https://www.consultant.ru/> — Режим доступа: свободный;
- <http://e.ibook.ru/>
- Официальный сайт информационной сети журнала «Контрольно-измерительные приборы и системы» [Электронный ресурс] - режим доступа:

www.kipis.ru, свободный.

Официальный сайт информационной сети журнала «Connect» [Электронный ресурс]-режим доступа: www.connect-wit.ru – свободный.

Разработчик рабочей программы,
доцент

С.М. Куценко

24 декабря 2024 года