

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.13) «ИЗМЕРЕНИЯ В ТЕХНИКЕ 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 «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 30 марта 2021 г. N 160н (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 оборудовании ЦСП 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 образовательной программе индикаторами достижения компетенций

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи	
ПК-1.1.6. Знает методы диагностирования объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> : читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи
ПК-1.2.1. Умеет оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>умеет</i> оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи
ПК-1.3.4. Имеет навыки выявления неисправности объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>имеет</i> навыки выявления неисправности объектов железнодорожной электросвязи
ПК-1.3.5. Имеет навыки проверки технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>имеет</i> навыки проверки технического состояния объектов железнодорожной электросвязи
ПК-1.3.8. Имеет навыки проведения дефектовки объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>имеет</i> навыки проведения дефектовки объектов железнодорожной электросвязи
ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи	

ПК-2.1.2. Знает правила, порядок организации и проведения испытаний объектов и проведения электротехнических измерений	Обучающийся знает правила, порядок организации и проведения испытаний объектов и проведения электротехнических измерений
ПК-2.1.3. Знает характерные виды нарушений работы устройств и способы их устранения	Обучающийся знает характерные виды нарушений работы устройств и способы их устранения
ПК-2.3.2. Имеет навыки устранения выявленных неисправностей объектов железнодорожной электросвязи методом замены или регулировки	Обучающийся имеет навыки устранения выявленных неисправностей объектов железнодорожной электросвязи методом замены или регулировки

### 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)	80
В том числе:	
- лекции (Л)	48
- практические занятия (ПЗ)	-
- лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (всего)	28
Контроль	36
Форма контроля знаний	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	20
В том числе:	
- лекции (Л)	12
- практические занятия (ПЗ)	-
- лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (всего)	115
Контроль	9
Форма контроля знаний	Э

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

## 5. Структура и содержание дисциплины

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. <i>Понятие метода и методики выполнения измерений.</i>	ПК 2.1.1
		<i>Лекция 2.</i> Элементы средств измерений. Аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Оптоэлектронные и электронно-оптические преобразователи.	ПК 2.1.1
		<i>Лекция 3.</i> Измерительные генераторы. Генераторы НЧ. Генераторы шума. Генераторы на биениях. <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта.	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 4.</i> Измерительные генераторы. Генераторы ВЧ. Синтезаторы частоты	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 5.</i> Измерительные генераторы. Генераторы импульсов. Генераторы ПСП. <i>Лабораторная работа 2</i> Измерение параметров цифровых потоков тестером E100	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 6.</i> Вольтметры и измерители уровня. <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта.	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 7.</i> Средства измерения частоты. Опорные кварцевые генераторы. Методы измерения низких частот. Цифровой частотомер. <i>Лабораторная работа 3.</i> Изучение частотомеров	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 8.</i> Измерение нелинейных искажений. <i>Лабораторная работа 4.</i> Измерение нелинейных искажений. <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта.	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 9.</i> Электронно-лучевые осциллографы. <i>Лабораторная работа 5.</i> Изучение осциллографа.	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
		<i>Лекция 10.</i> Анализаторы протоколов. <i>Лабораторная работа 2.</i> Изучение тестера Морион Е-100.	ПК2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1

2	Измерение параметров сигналов	<p><i>Лекция 11.</i> Затухания и усиления в каналах и трактах. Измерение собственного, рабочего и вносимого затухания.  <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта.  <i>Лабораторная работа 6</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.</p>	<p>ПК-1.3.5  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 12.</i> Переходное затухание. Измерение переходного затухания на дальнем и ближнем конце способом по разности уровней и сравнения.</p>	<p>ПК-1.3.5  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 13.</i> Измерение уровней передачи.  <i>Лабораторная работа 6.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.</p>	<p>ПК-1.3.5  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 14.</i> Измерение параметров каналов и трактов. Остаточное затухание. Амплитудно-частотная характеристика. Амплитудная характеристика. Метод и схема измерения. Нормирование.</p>	<p>ПК-1.3.5  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 15.</i> Измерение параметров каналов ТЧ. Остаточное затухание. Амплитудно-частотная характеристика. Амплитудная характеристика. Метод и схема измерения. Нормирование.  <i>Лабораторная работа 6.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.</p>	<p>ПК-1.3.5  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
3	Измерения в цифровых системах передачи (PDH и SDH)	<p><i>Лекция 16.</i> Методология измерения параметров бинарных цифровых каналов. Параметры бинарных цифровых каналов. Тестовые последовательности.  <i>Лабораторная работа 2.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.</p>	<p>ПК-1.1.4,  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 17.</i> Измерения в системах передачи ПЦИ. Рекомендации МСЭ-T G. 821 и G. 826.  <i>Лабораторная работа 2.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ.</p>	<p>ПК-1.1.4,  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><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 7</i> Измерения параметров трактов PDH тестером EDT-135.</p>	<p>ПК-1.1.4,  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 19.</i> Измерения в системах передачи СЦИ. Трехмерная концепция измерений.  <i>Лабораторная работа 8.</i> Применение тестера ANT-5 (Asterna) для измерений на сети SDH</p>	<p>ПК-1.1.4,  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
		<p><i>Лекция 20.</i> Измерения в системах передачи СЦИ. Измерение параметров мультиплексов, регенераторов.  <i>Лабораторная работа 9.</i> Изучение тестера AnCom TDA-9.</p>	<p>ПК-1.1.4,  ПК-1.3.6  ПК-2.2.1  ПК-2.3.1</p>
4	Нормирование параметров	<p><i>Лекция 21.</i> Гипотетическая модель цифрового тракта. Принципы нормирования трактов. Приказ № 92 МС РФ.</p>	<p>ПК-1.3.4,  ПК-1.3.5  ПК-1.3.6</p>

	цифровых каналов и трактов.	<i>Лекция 22.</i> Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.6
		<i>Лекция 23.</i> Нормы на показатели ошибок в цифровых трактах и секциях систем СЦИ. <i>Лабораторная работа 9.</i> Изучение тестера AnCom TDA-9.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.6
		<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 9.</i> Изучение тестера AnCom TDA-9.	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.6

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 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта. <i>Самостоятельная работа:</i> Единицы измерений параметров электрических сигналов. Абсолютные, относительные и измерительные уровни сигналов. Измерение нелинейных искажений. Электронно-лучевые осциллографы.	ПК 2.1.1 ПК 2.2.1 ПК 2.3.1
2	Измерений параметров сигналов	<i>Лекция 2.</i> Затухания и усиления в каналах и трактах. Измерение собственного, рабочего и вносимого затухания. <i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение универсального измерительного комплекта. <i>Лабораторная работа 6.</i> Измерение параметров каналов ТЧ тестером ИПКТЧ. <i>Самостоятельная работа</i> Переходное затухание. Измерение переходного затухания на дальнем и ближнем конце способом по разности уровней и сравнения.	ПК-1.3.5 ПК-1.3.6 ПК-2.2.1 ПК-2.3.1
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 2</i> Измерение параметров цифровых потоков тестером E100 <i>Самостоятельная работа</i> Измерение фазового дрожания и дрейфа фазы. Понятие дрожания и дрейфа фазы. Параметры фазового дрожания. Анализатор джиттера. Методы измерения джиттера.	ПК-1.1.4, ПК-1.3.6 ПК-2.2.1 ПК-2.3.1

		<i>Лекция 4. Измерения в системах передачи СЦИ. Трехмерная концепция измерений. Измерение параметров мультиплексов, регенераторов</i>	ПК-1.1.4, ПК-1.3.6 ПК-2.2.1 ПК-2.3.1
4	Нормирование параметров цифровых каналов и трактов.	<i>Лекция 5. Гипотетическая модель цифрового тракта. Принципы нормирования трактов. Приказ № 92 МС РФ. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ</i> <i>Лабораторная работа 8. Изучение тестера AnCom TDA-9</i> <i>Самостоятельная работа</i> Расчет норм на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов систем ПЦИ и цифровых трактов и секций систем СЦИ	ПК-1.3.4, ПК-1.3.5 ПК-1.3.6

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий  
Для очной формы обучения

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

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основы специальных измерений	1	-	-	10
2	Элементы средств измерений	2		-	20
3	Средства измерений электрических сигналов	4	-	4	40
4	Измерений параметров сигналов	1	-	2	15
5	Измерения в цифровых системах передачи	3	-	2	30
6	Нормирование параметров цифровых каналов, тактов	1	-	-	10
	<b>Итого</b>	12		8	115
<b>Контроль</b>					9
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>					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 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 специалитета, 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 «Измерения в технике связи» оборудованная следующими приборами, используемыми в учебном процессе:

- генераторами ГЗ-110 (ГЗ-111),
- измерителями нелинейных искажений С6-11,
- измерителями уровней WF,
- частотомерами ИЧ-7 и Instec,
- тестерами МОРИОН Е100, ИПКТЧ, ANT-5 (Acterna), EDT-135 (Acterna),
- макетом четырёхполюсника;

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:

- <http://e.lanbook.com>
- <http://e.ibook.ru/>
- <http://sdo.pgups.ru/>- Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС.



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

- Официальный сайт информационной сети журнала «Контрольно-измерительные приборы и системы» [Электронный ресурс] - режим доступа: [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru), свободный.
- Официальный сайт информационной сети журнала «Техника связи» [Электронный ресурс]-режим доступа: [www.radian.spb.ru](http://www.radian.spb.ru), свободный

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

- Официальный сайт информационной сети журнала «Connect» [Электронный ресурс]-режим доступа: [www.connect-wit.ru](http://www.connect-wit.ru) – свободный.
- Официальный сайт информационной сети журнала «Мир измерений» [Электронный ресурс]-режим доступа: [www.std.ru/mi](http://www.std.ru/mi), свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Ракк М.А., Мельникова Л.Я., Лабецкая Г.П., Кульбикаян Х.Ш. Измерения в технике связи. Учебник для вуз. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»; 2008.-566с. <http://e.lanbook.com/book/60906>

2. Шмытинский В.В., Глушко В.П., Казанский Н.А., Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.-д. транспорта/Под ред. Шмытинского В.В.-М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»; 2008.-704с.

3. Федеральный закон «О связи» № 126-ФЗ (редакция 2017 г.)

4. Концепция создания цифровой сети связи МПС России/ МПС РФ, 1997

5. Приказ № 92 МС РФ от 10.08 1996 «Об утверждении норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризонавой первичных сетей ВСС России».

6. Приказ № 43 МС РФ от 15.04.1996 «Об утверждении норм на электрические параметры каналов тональной частоты магистральной и внутризонавых первичных сетей».

7. ОСТ 45.135-99 Измерители показателей ошибок в цифровых трактах передачи синхронной цифровой иерархии. Технические требования. Методы испытания.

8. ОСТ 45.134-99 приборы для измерения дрожания и дрейфа фазы в цифровых сигналах электросвязи. Технические требования. Методы испытания.

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

1. <http://e.lanbook.com>

2. <http://e.ibook.ru/>

3. <http://sdo.pgups.ru/> Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС.