

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В АКУСТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ»

(Б1.О.4)

для направления подготовки

12.04.01 «Приборостроение»

по магистерской программе

«Приборы и методы контроля качества и диагностики»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Наземные транспортно-технологические комплексы»
Протокол № 4 от «16» января 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой
«Наземные транспортно-
технологические комплексы»
«16» января 2025 г.

Д. П. Кононов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
«16» января 2025 г.

В.Н. Коншина

1 Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Метрология и измерения в акустическом контроле» (Б1.О.4) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», утвержденного «22» сентября 2017 г. приказ Минобрнауки России №957, с учетом профессионального стандарта 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.07.2021 № 480н.

Целью изучения дисциплины «Метрология и измерения в акустическом контроле» является получение студентами знаний по методическим основам метрологии, о ее месте в системе знаний и роли в решении современных научно-технических проблем; сведений о задачах и структуре метрологической службы на железнодорожном транспорте, а также методах и средствах измерений и системе обеспечения единства измерений в неразрушающем контроле.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- изучение классификации измерений и средств измерений;
- ознакомление с видами погрешностей измерений;
- освоение методик акустических измерений;
- изучение процессов метрологического обеспечения.

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

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

В рамках изучения дисциплины осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК- 1 Организация работ по контролю состояния оборудования и технологической оснастки	
ПК- 1.1.3 Знать техническую до-	Обучающийся знает техническую документацию на технологическое

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
кументацию на технологическое оборудование организации. Требования к точности технологической оснастки и порядок ее обслуживания.	оборудование организации и требования к точности технологической оснастки и порядок ее обслуживания
ПК 1.1.4 Знать виды, принцип действия и классификация средств измерений, технических устройств с измерительными функциями, средств технического и допускового контроля	Обучающийся знает виды, принцип действия и классификация средств измерений, технических устройств с измерительными функциями, средств технического и допускового контроля
ПК-1.2.5 Уметь определять потребности в разработке новых методов и средств измерений и контроля	Обучающийся умеет определять потребности в разработке новых методов и средств измерений и контроля
ПК-1.3.3 Владеть оформлением заявок на экспериментальную отработку новых методов и средств измерений, контроля и испытаний	Обучающийся владеет оформлением заявок на экспериментальную отработку новых методов и средств измерений, контроля и испытаний
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	
ОПК-1.1.1 Знать современную научную картину мира	Обучающийся знает современную научную картину мира
ОПК-1.2.1 Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	Обучающийся умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении
ОПК-1.3.1 Иметь навыки выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулировки задачи, определения путей их решения и оценки эффективности выбора и методов правовой защиты	Обучающийся имеет навыки выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулировки задачи, определения путей их решения и оценки эффективности выбора и методов правовой защиты
ОПК-2. Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументировано защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении	
ОПК-2.1.1 Знать организацию проведения научного исследования, представление и защиту полученных результатов. обработку, передачу и измерение	Обучающийся знает организацию проведения научного исследования, представление и защиту полученных результатов. обработку, передачу и измерение сигналов различной природы

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
сигналов различной природы	
ОПК-2.2.1 Уметь организовать проведение научного исследования, представлять и аргументировано защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении	Обучающийся умеет организовать проведение научного исследования, представлять и аргументировано защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении
ОПК-2.3.1 Иметь навыки организации проведения научного исследования, представления и аргументированной защиты полученных результатов	Обучающийся имеет навыки организации проведения научного исследования, представления и аргументированной защиты полученных результатов

3 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Метрология и измерения в акустическом контроле» (Б1.О.4) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	32	32
– лекции (Л)		
– практические занятия (ПЗ)	16	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	108	108
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	Зачет, КП	Зачет, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

5 Содержание и структура дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Физические величины и их измерение. Виды и методы измерений. Российская система измерений	Практическое занятие 1 Характеристики физической величины, виды и методы измерений. Самостоятельная работа Роль измерений в современном обществе, основные понятия в области метрологии. Принципы обеспечения единства измерений. Закон Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений" и его реализация. Метрологическое обеспечение, его научная, техническая, организационная, нормативная и правовая основы. Международное сотрудничество в области метрологии. Стандарты и правила по метрологии.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.3.1 ОПК-2.1.1 ОПК-2.2.1 ОПК-2.3.1 ПК-1.1.3 ПК-1.1.4 ПК 1.2.5 ПК 1.3.3
2	Погрешности измерений. Способы устранения	Практические занятия 2-3 Систематические и случайные погрешности измерений.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	и учета	<p>Самостоятельная работа Грубые погрешности и промахи. Классификация погрешностей.</p> <p>Способ устранения систематических погрешностей: профилактика, исключение экспериментальное и вычислением.</p> <p>Методы оценивания случайных и не-исключенных систематических погрешностей. Критерий ничтожных погрешностей.</p> <p>Способы оценки точности (неопределенности) измерений и испытаний и достоверности контроля. Воспроизводимость и повторяемость результатов измерений.</p>	<p>ОПК-2.1.1</p> <p>ОПК-2.2.1</p> <p>ОПК-2.3.1</p> <p>ПК-1.1.3</p> <p>ПК-1.1.4</p> <p>ПК 1.2.5</p> <p>ПК 1.3.3</p>
3	Средства измерений и их погрешности	<p>Лабораторная работа 1. Измерение скорости распространения и коэффициента затухания акустических волн различных типов</p> <p>Самостоятельная работа Виды средств измерений и их классификация. Классификация средств измерений по функциональной сложности (меры и измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и системы).</p> <p>Нормирование метрологических характеристик измерительной аппаратуры.</p> <p>Особенности средств неразрушающего контроля как измерительной аппаратуры.</p>	<p>ОПК-1.1.1</p> <p>ОПК-1.2.1</p> <p>ОПК-1.3.1</p> <p>ОПК-2.1.1</p> <p>ОПК-2.2.1</p> <p>ОПК-2.3.1</p> <p>ПК-1.1.3</p> <p>ПК-1.1.4</p> <p>ПК 1.2.5</p> <p>ПК 1.3.3</p>
4	Акустические измерения	<p>Практическое занятие 4 Измерительные излучатели и приемники ультразвуковых колебаний.</p> <p>Лабораторная работа 2. Определение метрологических характеристик ультразвуковых дефектоскопов и толщиномеров.</p> <p>Самостоятельная работа Измерение скорости распространения акустиче-</p>	<p>ОПК-1.1.1</p> <p>ОПК-1.2.1</p> <p>ОПК-1.3.1</p> <p>ОПК-2.1.1</p> <p>ОПК-2.2.1</p> <p>ОПК-2.3.1</p> <p>ПК-1.1.3</p> <p>ПК-1.1.4</p> <p>ПК 1.2.5</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		ских волн в различных средах. Измерение коэффициента затухания. Определение мощности и к.п.д. ультразвуковых преобразователей.	ПК 1.3.3
5	Система обеспечения единства измерений	Практические занятия 5-6 Единообразие средств измерений. Лабораторная работа 3. Определение технических характеристик мер неразрушающего контроля и порядок работы с ними. Самостоятельная работа Поверочные схемы. Принцип выбора точности средств измерений. Меры и настроечные образцы. Порядок их разработки и применения. Специфика мер, применяемых для метрологического обеспечения ультразвуковых дефектоскопов.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.3.1 ОПК-2.1.1 ОПК-2.2.1 ОПК-2.3.1 ПК-1.1.3 ПК-1.1.4 ПК 1.2.5 ПК 1.3.3
6	Аккредитация метрологических служб, испытательных и калибровочных лабораторий, лабораторий неразрушающего контроля на техническую компетентность	Практические занятия 7-8 Правила и порядок проведения аккредитации. Самостоятельная работа Критерии аккредитации. Область аккредитации метрологической службы, испытательной и калибровочной лаборатории, лаборатории неразрушающего контроля.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.3.1 ОПК-2.1.1 ОПК-2.2.1 ОПК-2.3.1 ПК-1.1.3 ПК-1.1.4 ПК 1.2.5 ПК 1.3.3
7	Система метрологического обеспечения на железнодорожном транспорте	Практическое занятие 9 Структура и задачи метрологической службы ОАО «РЖД» и метрологических служб предприятий (юридических лиц). Самостоятельная работа Правила проведения испытаний средств неразрушающего контроля. Отраслевой реестр средств измерений, допущенных к применению на железнодорожном транспорте. Состояние и проблемы метрологического обеспечения средств неразрушающего контроля на железнодорожном транспорте.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.3.1 ОПК-2.1.1 ОПК-2.2.1 ОПК-2.3.1 ПК-1.1.3 ПК-1.1.4 ПК 1.2.5 ПК 1.3.3

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Физические величины и их измерение. Виды и методы измерений. Российская система измерений	0	1	0	10	11
2	Погрешности измерений. Способы устранения и учета	0	3	0	20	23
3	Средства измерений и их погрешности	0	0	6	10	16
4	Акустические измерения	0	2	6	20	28
5	Система обеспечения единства измерений	0	4	4	10	18
6	Аккредитация метрологических служб, испытательных и калибровочных лабораторий, лабораторий неразрушающего контроля на техническую компетентность	0	4	0	20	24
7	Система метрологического обеспечения на железнодорожном транспорте	0	2	0	18	20
Итого			16	16	108	140
Контроль						4
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 программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой 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 используются лаборатории кафедры «Методы и приборы неразрушающего контроля», укомплектованные следующим оборудованием:

– Лабораторный стенд для изучения процедур поверки и калибровки средств неразрушающего контроля:

- Ультразвуковой тестер УЗТ РДМ – 4 шт.,
- осциллограф MOS-620 FG – 4 шт.,
- ультразвуковой дефектоскоп УД2-12 – 3 шт.,
- генератор ГЗ-112 – 1 шт.,
- генератор Г5-54 – 1 шт.,
- генератор Г4-102А – 1 шт.

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

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- 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 /](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.
- Сервер «Неразрушающий контроль в России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ndt.ru/> - Режим доступа свободный;
- Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс]. URL: <http://www.complexdoc.ru/>- Режим доступа - свободный.

8.5. Перечень изданий, используемых в образовательном процессе: Учебная литература:

1. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 576 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63211 — Загл. с экрана.

2. Коншина В.Н. Метрология и измерения в неразрушающем контроле: учеб. пособие. Спб. ПГУПС, 2014. 92 с.

3. Нормативно-правовая документация:

1 Федеральный закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ от 26.06.2008 г.

2 Федеральный закон Российской Федерации «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. (ред. от 28.09.2010 г.).

3 Федеральный закон Российской Федерации «О лицензировании отдельных видов деятельности» № 128-ФЗ от 08.08.2001 г. (ред. от 04.10.2010).

4 Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации» № 879 от 31.10.2009 г.

5 Приказ Минпромторга России от 30 ноября 2009 г. № 1081 Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения

6 ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

7 ГОСТ Р ИСО 5577-2009. Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Словарь.

8 ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

9 ГОСТ Р 55725-2013 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые пьезоэлектрические. Общие технические требования

10 РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

11 ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

12 ГОСТ Р ИСО 18173-2010 Контроль неразрушающий. Основные термины и определения.

13 ГОСТ 18576-96 Контроль неразрушающий. Рельсы железнодорожные. Методы ультразвуковые

14 ГОСТ 20415-82. Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения

15 ГОСТ Р 55809-2013 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров

16 ГОСТ Р 55808-2013 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Методы испытаний

17 ГОСТ 23829-85. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения.

18 ГОСТ Р 55614-2013 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования

19 ГОСТ Р 53697-2009. Контроль неразрушающий. Основные термины.

20 ПР 50.2.002-94. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм.

21 ПР 50.2.003-94. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций.

22 ПР 50.2.004-94. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

23 ПР 50.2.006-94. Порядок проведения поверки средств измерений (с изменениями или дополнениями).

24 ПР 50.2.010-94. ГСИ. Требования к государственным центрам испытаний средств измерений и порядок их аккредитации.

25 ПР 50.2.011-94. ГСИ. Порядок ведения государственного реестра средств измерений.

26 СТО РЖД 1.06.001-2006 «Система калибровки средств измерений в ОАО «РЖД».

8.6. 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;

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Официальный сайт НИИ мостов и дефектоскопии <http://www.ndt.sp.ru/> - Режим доступа свободный.

- Сервер «Неразрушающий контроль в России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ndt.ru/> - Режим доступа свободный;

- Акустический журнал URL: <http://www.akzh.ru/> - - Режим доступа свободный.

Разработчик программы

к.т.н., доцент

16.01.2025

А. В. Курков

