

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*

**Б1.О.1 «КОНСТРУИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ  
АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ»**

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 «Конструирование автоматизированных комплексов акустического контроля» (Б1.О.1) 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 «Конструирование автоматизированных комплексов акустического контроля» является ознакомление студентов с принципами построения и конструирования современных автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и технической диагностики (ТД), использующих компьютерные технологии.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- классификация автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля;
- основные методы контроля и схемы прозвучивания;
- структура автоматизированных комплексов акустического контроля, их основные технические характеристики и области применения.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры 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.

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
--	--

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Инженерный анализ и проектирование	
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 Научные исследования	
ОПК-2.1.1 знать организацию проведения научного исследования, представление и защиту полученных результатов, обработку, передачу и измерение сигналов различной природы	Обучающийся знает организацию проведения научного исследования, представление и защиту полученных результатов, обработку, передачу и измерение 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 представления и аргументированной защиты полученных результатов	Обучающийся имеет навыки представления и аргументированной защиты полученных результатов
ПК-1 Организация разработки и внедрения новых методов и средств технического контроля	
ПК-1.1.3 Знать нормативные правовые акты и документы	Обучающийся знает нормативные правовые акты и документы по стандартизации, регламентирующие вопросы единства изме-

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<p>по стандартизации, регламентирующие вопросы единства измерений и метрологического обеспечения производства</p>	<p>рений и метрологического обеспечения производства</p>
<p>ПК 1.1.4 Знать виды, принцип действия и классификация средств измерений, технических устройств с измерительными функциями, средств технического и допускового контроля</p>	<p>Обучающийся знает виды, принцип действия и классификация средств измерений, технических устройств с измерительными функциями, средств технического и допускового контроля</p>
<p>ПК-1.2.6 Уметь анализировать методы и средства измерений, контроля и испытаний с целью определения возможности и целесообразности их использования в организации, организовывать и производить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области измерений и технического контроля</p>	<p>Обучающийся умеет анализировать методы и средства измерений, контроля и испытаний с целью определения возможности и целесообразности их использования в организации, организовывать и производить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области измерений и технического контроля</p>
<p>ПК-1.3.1 Иметь навыки контроля состояния технического контроля качества продукции на производстве, внедрения и актуализации документов по стандартизации в области технического контроля качества продукции, составления обзоров новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, разработки предложений по внедрению новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, организации и проведения исследований в области разработки новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, разработки методических документов по использованию новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, внедрения новых методов, методик, средств измерений и технического контроля в производственные процессы на этапах</p>	<p>Обучающийся имеет навыки контроля состояния технического контроля качества продукции на производстве, внедрения и актуализации документов по стандартизации в области технического контроля качества продукции, составления обзоров новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, разработки предложений по внедрению новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, организации и проведения исследований в области разработки новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, разработки методических документов по использованию новых методов и средств измерений, контроля и испытаний, внедрения новых методов, методик, средств измерений и технического контроля в производственные процессы на этапах жизненного цикла</p>

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
жизненного цикла	

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

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

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

Для очной формы обучения:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестры</b>	
		<b>1</b>	<b>2</b>
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	54	32	16
– лекции (Л)	16	16	-
– практические занятия (ПЗ)	16	-	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	16	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	96	76	20
Контроль	72	36	36
Форма контроля знаний	Э, КП	Э, КП	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	144/4	72/2

## 5 Содержание и структура дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения  
Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисципли- ны	Содержание раздела	Индикаторы дости- жения компетенций
<b>Модуль 1</b>			
	Введение	Лекция 1 Предмет курса и его зада- чи. Лекция 2 Структура и содержание курса, его связь с другими дисци- плинами учебного плана. Лабораторная работа 1 Принципы построения ультразвукового много- канального микро-процессорного дефектоскопа. Самостоятельная работа Достиже- ния науки и техники - предпосылки для создания автоматизированных компьютерных комплексов акусти- ческого 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-1.2.6 ПК-1.3.1 ПК-1.1.4
1	Классификация ав- томатизированных компьютерных ком- плексов акустиче- ского контроля	Лекция 3 Анализ основных опера- ций ручного ультразвукового кон- троля изделий с точки зрения целе- сообразности их автоматизации. Лабораторная работа 2 Принципы формирования и отображения де- фектоскопической ин-формации при автоматизированном ультра- звуковом контроле. Самостоятельная работа Обобщен- ная функциональная схема процес- са ультразвуковой дефектоскопии (на примере контроля сварных со- единений). Классификация систем автоматизи- рованного и механизированного контроля. Рекомендуемые уровни автоматизации в зависимости от производственных и эксплуатац- онных факторов.	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-1.2.6 ПК-1.3.1 ПК-1.1.4
2	Сканирующие устройства в авто- матизированных компьютерных ком- плексах акустиче-	Лекция 4 Основные проблемы при создании сканирующих устройств автоматизированных компьютер- ных комплексов акустического кон- троля и ТД.	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-1.2.6 ПК-1.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисципли- ны	Содержание раздела	Индикаторы дости- жения компетенций
<b>Модуль 1</b>			
	ского контроля	Лабораторная работа 3 Схемы про- звучивания автоматизированных средств скоростного ультразвуко- вого контроля рельсов. Самостоятельная работа Способы обеспечения акустического контак- та между электроакустическим преобразователем и поверхностью сканирования. Осуществление кон- троля за соблюдением акустическо- го контакта. Механическое скани- рование. Электронное сканирова- ние ультразвуковым лучом. Отсле- живание траектории сканирования. Варианты технической реализации сканирующих устройств в дей- ствующих автоматизированных де- фектоскопических комплексах.	ПК-1.1.4
3	Генераторно- приемные устрой- ства автоматизиро- ванных компьютер- ных комплексов акустического кон- троля	Лекция 5 Требования к излучающей и приемной части дефектоскопиче- ского комплекса в автоматизиро- ванных компьютерных комплексах акустического контроля. Лабораторная работа 4 Принципы построения и функциональные воз- можности автоматизированного дефектоскопического комплекса для контроля рельсов. Самостоятельная работа Особенно- сти применения генераторно- приемных устройств типовых уль- тразвуковых дефектоскопов. Управление коэффициентом усиле- ния, уровнем отсечки шумов и па- раметрами блока временной чув- ствительности приемного тракта цифровым способом. Проблемы управления мощностью и переключе- нием режимов работы генератора зондирующих импульсов от встро- енного микропроцессора. Примеры реализации генераторно-приемных устройств в автоматизированных компьютерных комплексах акусти- ческого контроля и ТД.	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-1.2.6 ПК-1.3.1 ПК-1.1.4
4	Регистрация, выде- ление и представле- ние информации в	Лекция 6 Принципы формирования и отображения сигналов в автома- тизированных компьютерных ком-	ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1, ОПК-2.1.1, , ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1



№ п/п	Наименование раздела дисципли- ны	Содержание раздела	Индикаторы дости- жения компетенций
<b>Модуль 1</b>			
	автоматизированных компьютерных комплексах акустического контроля и ТД. Методы ультразвуковой визуализации	<p>плексах акустического контроля. Самостоятельная работа Виды разверток при представлении дефектоскопической информации. Развертки типа "А", "В" и "С".</p> <p>Отображение информации при сплошном контроле рельсов. Принципы расшифровки сигналов. Принципы построения регистраторов сигналов сплошного контроля рельсов. Программы отображения и анализа сигналов.</p> <p>Основные признаки полезных сигналов и их выделение на фоне помех. Классификация и основные характеристики мешающих сигналов при ультразвуковом контроле эхо, зеркальным и зеркально-теневым методами. Системы выделения полезных сигналов на фоне помех. Бинарное излучение и прием ультразвуковых колебаний.</p> <p>Методы визуализации структуры объектов. Классификация методов. Метод АЛОК выделения сигналов от дефектов на фоне помех. Ультразвуковые визуализационные системы. Примеры реализации. Компьютерная томография.</p>	<p>ПК-1.1.3      ПК-1.2.6</p> <p>ПК-1.3.1</p> <p>ПК-1.1.4</p>
5	Структура автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД, их программное обеспечение	<p>Лекция 7 Специфика применения средств вычислительной техники в автоматизированных компьютерных комплексах акустического контроля и ТД. Обобщенная структурная схема автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД.</p> <p>Самостоятельная работа Основные задачи, решаемые процессорным блоком. Разработка схемно-программных соглашений при создании автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД изделий.</p> <p>Программное (математическое) обеспечение (ПО) автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД. Об-</p>	<p>ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1, ОПК-2.1.1, , ОПК-2.2.1, ОПК-2.3.1</p> <p>ПК-1.1.3      ПК-1.2.6</p> <p>ПК-1.3.1</p> <p>ПК-1.1.4</p>

№ п/п	Наименование раздела дисципли- ны	Содержание раздела	Индикаторы дости- жения компетенций
<b>Модуль 1</b>			
		щая, сервисная и специальная части ПО. Структура специального ПО для автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД.	
6	Автоматизированные компьютерные комплексы акустического контроля и ТД на железнодорожном транспорте	<p>Лекция 8 Технические характеристики, потенциальные возможности и эффективность применения автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД.</p> <p>Самостоятельная работа Автоматизированный компьютерный комплекс для скоростного контроля рельсов (на примере совмещенного вагона-дефектоскопа с дефектоскопическим комплексом АВИКОН-03 и «Эхо-комплекс»). Автоматизированные комплексы ультразвукового контроля осей, колес и бандажей подвижного состава при производстве. Стационарный автоматизированный компьютерный комплекс для контроля рельсов на рельсосварочных предприятиях (РСП).</p> <p>Перспективы дальнейшего развития автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля.</p>	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-1.2.6 ПК-1.3.1 ПК-1.1.4
<b>Модуль 2</b>			
7	Повышение эффективности использования дефектоскопической информации	<p>Практические занятия 1-8 Комплексное использование результатов дефектоскопирования изделий при периодическом контроле. Сравнительный анализ сигналов. Программно-аппаратные комплексы неразрушающего контроля.</p> <p>Самостоятельная работа Назначение, функциональные возможности и основные режимы работы. Мониторинг состояния изделий по результатам акустического контроля.</p>	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-1.2.6 ПК-1.3.1 ПК-1.1.4

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Введение	4	0	4	10	18
1	Классификация автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля	2	0	4	10	16
2	Сканирующие устройства в автоматизированных компьютерных комплексах акустического контроля	2	0	4	10	16
3	Генераторно-приемные устройства автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля	2	0	4	10	16
4	Регистрация, выделение и представление информации в автоматизированных компьютерных комплексах акустического контроля и ТД. Методы ультразвуковой визуализации	2	0	0	10	12
5	Структура автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля и ТД, их программное обеспечение	2	0	0	10	12
6	Автоматизированные компьютерные комплексы акустического контроля и ТД на железнодорожном транспорте	2	0	0	16	18
7	Повышение эффективности использования дефектоскопической информации	0	16	0	20	36
Итого		16	16	16	96	144
Контроль						72
Всего (общая трудоемкость, час.)						216

## **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 автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля:

- ультразвуковой дефектоскоп РДМ-22 – 1 шт.

- ультразвуковой дефектоскоп РДМ-33 – 2шт.
- ультразвуковой дефектоскоп РДМ-3 – 1 шт.
- ультразвуковой дефектоскоп УД2-102 – 2 шт.
- дефектоскоп ультразвуковой УД2-12 – 1шт.

Лабораторный стенд для изучения структуры автоматизированных компьютерных комплексов акустического контроля

- ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 – 2 шт.
- ультразвуковой дефектоскоп УД2-102 – 2 шт.
- ультразвуковой дефектоскоп УД2-12 – 2шт.
- ультразвуковой дефектоскоп УК-10ПМС – 2 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63211) — Загл. с экрана.
2. Паврос, К.С. Учебное пособие по дисциплине «Конструирование автоматизированных компьютерных комплексов неразрушающего контроля», 2012 – 48 с.

##### Нормативно-правовая документация:

1. ГОСТ 18576-85. Контроль неразрушающий. /Рельсы железнодорожные. Методы ультразвуковые. М.: Изд-во стандартов, 1996.

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

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://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

доцент  
16.01.2025

К.С. Паврос

