

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.24 «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ»
для направления подготовки
12.03.01 «Приборостроение»
по профилю
«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 «Основы проектирования приборов и систем» (Б1.О.24) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. №945, с учетом профессионального стандарта 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.07.2021 № 480н.

Целью изучения дисциплины «Основы проектирования приборов и систем» является получение студентами знаний о принципах построения современных приборов неразрушающего контроля, устройстве основных узлов приборов, технических характеристиках и функциональных схемах средств дефектоскопии, используемых на железнодорожном транспорте и в промышленности.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- усвоение классификации приборов ультразвукового контроля;
- построения специфических узлов аппаратуры в зависимости от ее конкретного назначения;
- усвоение принципов работы аппаратуры, использующей преобразователи на фазированных решетках;
- определение направлений развития приборостроения ультразвукового неразрушающего контроля (НК).

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
ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	
ОПК-3.1.1 Знает специфику методов и средств технических измерений в приборостроении.	Обучающийся <i>знает</i> : принципы классификации приборов ультразвукового контроля; технические характеристики и принципы функционирования ультразвуковых дефектоскопов, толщиномеров и анализаторов структуры, магнитных и электромагнитных дефектоскопов; функциональные схемы указанных приборов и временные диаграммы их работы; принципы работы и типовые схемы основных функциональных узлов приборов НК; особенности эксплуатации, технического обслуживания, метрологического обеспечения и ремонта приборов НК на железнодорожном транспорте.
ОПК-3.2.1 Умеет проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении.	Обучающийся <i>умеет</i> : организовать грамотную эксплуатацию и техническое обслуживание средств дефектоскопии в реальных условиях производственного предприятия.
ОПК-3.3.1 Имеет навыки проведения экспериментальных исследований и измерений, обработки и представления полученных данных.	Обучающийся <i>имеет</i> : навыки применения различных средств ультразвукового НК для оценки качества промышленной продукции.

3 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основы проектирования приборов и систем» (Б1.О.24) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		6	7
Контактная работа (по видам учебных занятий)	128	64	64
В том числе:			
– лекции (Л)	64	32	32
– практические занятия (ПЗ)	32	32	
– лабораторные работы (ЛР)	32		32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	80	40	40
Контроль	8	4	4
Форма контроля знаний	3	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	108/3	108/3

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
	Введение	Лекция 1-2. Предмет курса и его задачи. Краткая справка об истории развития ультразвуковой техники, обзор сфер применения ультразвуковых приборов. Значение НК при изготовлении и эксплуатации продукции. Структура и содержание курса; его связь с другими дисциплинами учебного плана.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Предмет курса и его задачи. Краткая справка об истории развития ультразвуковой техники, обзор сфер применения ультразвуковых приборов. Значение НК при изготовлении и	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		эксплуатации продукции. Структура и содержание курса; его связь с другими дисциплинами учебного плана.	
1	Классификация ультразвуковых приборов неразрушающего контроля	Лекция 3-4. Принципы классификация УЗ приборов. Классификация по назначению, по методам. ГОСТ 23049.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Принципы классификация УЗ приборов. Классификация по назначению, по методам. ГОСТ 23049.	
2	Сигналы, используемые в ультразвуковой дефектоскопии, и их характеристики	Лекция 5-6. Виды сигналов. Характеристики сигналов во временной и частотной области.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Практические занятия 1-5. Определение спектральных характеристик сигналов по их временным характеристикам. Построение графиков амплитудных спектров периодических сигналов. Построение графиков амплитудных спектров аperiodических сигналов. Построение графиков амплитудных спектров видеосигналов. Построение графиков амплитудных спектров радиосигналов.	
		Самостоятельная работа. Виды сигналов. Характеристики сигналов во временной и частотной области.	
3	Типовые узлы ультразвуковых приборов и систем неразрушающего контроля	Лекция 7. Обобщенная функциональная схема импульсного ультразвукового дефектоскопа.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Практические занятия 6-14. Анализ цепей первого или второго порядка при действии постоянного сигнала. Расчет установившегося	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		режима в разветвленных цепях первого порядка. Расчет установившегося режима цепей второго порядка. Переходный процесс в цепях первого порядка. Переходный процесс в цепях второго порядка.	
		Самостоятельная работа. Обобщенная функциональная схема импульсного ультразвукового дефектоскопа.	
4	Элементная база микропроцессорного ультразвукового дефектоскопа	Лекция 8. Микропроцессоры. ПЛИС. АЦП. Самостоятельная работа. Микропроцессоры. ПЛИС. АЦП.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
5	Многоканальный микропроцессорный дефектоскоп	Лекция 9. Обобщенная функциональная схема микропроцессорного ультразвукового дефектоскопа. Практические занятия 15-16. Анализ схем, построенных на операционных усилителях. Определение коэффициентов передачи и форм выходных сигналов одноходовых многокаскадных схем. Определение коэффициентов передачи и форм выходных сигналов схем, имеющих более одного входа. Самостоятельная работа. Обобщенная функциональная схема микропроцессорного ультразвукового дефектоскопа.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
6	Ультразвуковые толщиномеры	Лекция 10-11. Особенности узлов ультразвуковых толщиномеров. Самостоятельная работа. Особенности узлов ультразвуковых толщиномеров.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
7	Ультразвуковые анализаторы структуры	Лекция 12-13. Ультразвуковые анализаторы структуры.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Самостоятельная работа. Ультразвуковые анализаторы структуры.	
8	Магнитные и электромагнитные средства дефектоскопии на железнодорожном транспорте	Лекция 14. Поле рассеяние дефекта. Индикация поля рассеяния. Вихретоковый контроль.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Поле рассеяние дефекта. Индикация поля рассеяния. Вихретоковый контроль.	
9	Порядок разработки и ввода в эксплуатацию средств НК в ОАО «РЖД».	Лекция 15-16. Этапы разработки и сопровождающие документы. Виды испытаний. Организация производства и мероприятия, обеспечивающие эксплуатацию средств НК.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Этапы разработки и сопровождающие документы. Виды испытаний. Организация производства и мероприятия, обеспечивающие эксплуатацию средств НК.	
Модуль 2			
2	Сигналы, используемые в ультразвуковой дефектоскопии, и их характеристики	Лекция 1-2. Информативные параметры сигналов. Помехи и шумы в приемном тракте дефектоскопа.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Информативные параметры сигналов. Помехи и шумы в приемном тракте дефектоскопа.	
3	Типовые узлы ультразвуковых приборов и систем неразрушающего контроля	Лекция 3-11. Генератор синхроимпульсов. Генератор зондирующих импульсов. Приемный тракт: ограничитель, аттенюатор, УВЧ, ВРЧ, детектор, отсечка. Блок обработки сигналов: АСД, измеритель отношения амплитуд, глубиномер. Индикаторы.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Лабораторные работы 1-12. Импульсные и	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>периодические процессы в приборах неразрушающего контроля. Генератор импульсов возбуждения ультразвукового импульсного дефектоскопа общего назначения. Приемный тракт ультразвукового импульсного дефектоскопа и система временной регулировки чувствительности. Автоматический сигнализатор дефекта и глубиномер ультразвукового импульсного дефектоскопа. Система отображения сигналов на экране ультразвукового импульсного дефектоскопа. Формирование «А-скан».</p> <p>Самостоятельная работа. Генератор синхроимпульсов. Генератор зондирующих импульсов. Приемный тракт: ограничитель, аттенюатор, УВЧ, ВРЧ, детектор, отсечка. Блок обработки сигналов: АСД, измеритель отношения амплитуд, глубиномер. Индикаторы.</p>	
4	Элементная база микропроцессорного ультразвукового дефектоскопа	<p>Лекция 12. Технологии, используемые в современном производстве приборов.</p> <p>Самостоятельная работа. Технологии, используемые в современном производстве приборов.</p>	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
5	Многоканальный микропроцессорный дефектоскоп	<p>Лекция 13-15. Типы дефектограмм. Преобразователи на фазированных решетках.</p> <p>Лабораторные работы 13-16. Система отображения сигналов на экране ультразвукового импульсного дефектоскопа. Формирование «В-скан».</p>	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Исследование основных характеристик пьезоэлектрических преобразователей ультразвуковых импульсных дефектоскопов общего назначения.	
		Самостоятельная работа. Типы дефектограмм. Преобразователи на фазированных решетках.	
8	Магнитные и электромагнитные средства дефектоскопии на железнодорожном транспорте	Лекция 16. Средства скоростного контроля рельсов в пути.	ОПК-3.1.1, ОПК-3.2.1, ОПК-3.3.1
		Самостоятельная работа. Средства скоростного контроля рельсов в пути.	

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Введение	4			8	12
1.	Классификация ультразвуковых приборов НК	4			8	12
2.	Сигналы, используемые в ультразвуковой дефектоскопии, и их характеристики	8	10		8	26
3.	Типовые узлы ультразвуковых приборов и систем неразрушающего контроля	20	18	24	8	70
4.	Элементная база микропроцессорного ультразвукового дефектоскопа	4			8	12
5.	Многоканальный микропроцессорный дефектоскоп	8	4	8	8	28
6.	Ультразвуковые толщиномеры	4			8	12
7.	Ультразвуковые анализаторы структуры	4			8	12
8.	Магнитные и электромагнитные средства дефектоскопии на железнодорожном транспорте	4			8	12
9.	Порядок разработки и ввода в эксплуатацию средств НК в ОАО «РЖД».	4			8	12
	Итого	64	32	32	80	208
Контроль						8
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 бакалавриата по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, 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 противо-

пожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используются лаборатории кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы», укомплектованные следующим оборудованием:

- 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..
- 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 до-

ступа: 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. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2035> — Загл. с экрана.

2. Преображенский, М.Н. Современные переносные ультразвуковые рельсовые дефектоскопы [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2012. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4186 — Загл. с экрана.

Нормативно-правовая документация

1 ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

2 ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

3 ГОСТ Р 55809-2013 Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров.

4 СТО РЖД 1.11.006-2010 Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Порядок разработки и ввода в эксплуатацию средств неразрушающего контроля.

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
ст. преподаватель
16.01.2025 г.

А.В. Давыдкин