

УДК 620.179.1

**В. Н. Коншина, А. Ю. Петренко**

## **Особенности преподавания лабораторного практикума по дисциплине «Технологии акустического контроля» при реализации магистерской программы «Приборы и методы контроля качества и диагностики» в ПГУПС**

**Коншина Вера Николаевна** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

**Петренко Артем Юрьевич** — студент 2-го курса кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы преподавания дисциплины «Технологии акустического контроля» при подготовке магистров в ПГУПС с учетом требований профессионального стандарта, учебно-методической базы, опыта и подготовки обучающихся. Обоснован состав лабораторного практикума, позволяющий обеспечить освоение соответствующих компетенций.

**Ключевые слова:** подготовка в области неразрушающего контроля, технологии акустического контроля, ультразвуковой дефектоскоп, основные параметры контроля, измеряемые характеристики дефектов, образцы с моделями дефектов

Одним из важнейших факторов, определяющих достоверность результатов неразрушающего контроля (НК), является квалификация персонала, как выполняющего эту работу, так и разрабатывающего нормативную и технологическую документацию, в соответствии с которой проводится контроль.

Для реализации в ПГУПС магистерской программы по направлению 12.04.01 при формировании профессиональных компетенций используются обобщенная трудовая функция «Организация работ по контролю качества продукции в подразделении на этапах жизненного цикла» согласно профессиональному стандарту 40.010 «Специалист по техническому контролю качества» [1], а также индикаторы компетенции, формируемые при изучении дисциплины «Технологии акустического контроля» (ТАК), которые приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Индикаторы компетенций при освоении дисциплины ТАК

№ п/п	Профессиональные компетенции	Индикаторы компетенций
1	ПК-1. Организация разработки и внедрения новых методов и средств технического контроля	<p><b>ПК-1.1.1.</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• документы по стандартизации;</li> <li>• методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции;</li> <li>• требования к материалам, сырью, полуфабрикатам, комплектующим изделиям и готовой продукции;</li> <li>• требования к качеству изготавливаемой в организации продукции.</li> </ul> <p><b>ПК-1.1.6.</b> Знает методы технического контроля качества.</p> <p><b>ПК-1.2.5.</b> Умеет определять потребности в разработке новых методов и средств измерений и контроля.</p> <p><b>ПК-1.2.6.</b> Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать методы и средства измерений, контроля и испытаний с целью определения возможности и целесообразности их использования;</li> <li>• организовывать и производить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области измерений и технического контроля.</li> </ul> <p><b>ПК-1.3.1.</b> Имеет навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроля качества продукции на производстве;</li> <li>• внедрения и актуализации документов по стандартизации в области технического контроля качества продукции;</li> <li>• составления обзоров новых методов и средств измерений, контроля и испытаний;</li> <li>• разработки предложений по внедрению новых методов и средств измерений, контроля и испытаний;</li> <li>• организации и проведения исследований в области разработки новых методов и средств измерений, контроля и испытаний;</li> <li>• разработки методических документов по использованию новых методов и средств измерений, контроля и испытаний;</li> <li>• внедрения новых методов, методик, средств измерений и технического контроля в производственные процессы на этапах жизненного цикла</li> </ul>

Окончание табл. 1

№ п/п	Профессиональные компетенции	Индикаторы компетенций
2	<b>ПК-2.</b> Организация и проведение оценки соответствия, входного контроля, испытаний и приемки продукции	<p><b>ПК-2.1.1.</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• документы по стандартизации;</li> <li>• методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции;</li> <li>• требования к материалам, сырью, полуфабрикатам, комплектующим изделиям и готовой продукции;</li> <li>• требования к качеству изготавливаемой в организации продукции;</li> <li>• методики входного контроля, испытаний изготавливаемой продукции;</li> <li>• порядок приемочных и предъявительских испытаний продукции.</li> </ul> <p><b>ПК-2.2.1.</b> Умеет производить подготовку и организовывать проведение входного контроля, организовывать контроль и испытания изготавливаемой продукции, организовывать и проводить приемочные и предъявительские испытания продукции.</p> <p><b>ПК-2.3.1.</b> Имеет навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• организации входного контроля сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий;</li> <li>• контроля и испытаний изготавливаемой продукции;</li> <li>• подготовки и проведения приемочных, предъявительских испытаний продукции</li> </ul>
3	<b>ПК-3.</b> Организация работ по анализу претензий и рекламаций потребителей на выпускаемую продукцию в подразделении ПК-3	<p><b>ПК-3.1.1.</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• документы по стандартизации и методические документы, регламентирующие вопросы качества готовой продукции и ее приемки;</li> <li>• требования к качеству материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий и готовой продукции.</li> </ul> <p><b>ПК-3.1.7.</b> Знает правила и технологию проведения испытаний и приемки изготавливаемой в организации продукции</p>
4	<b>ПК-4.</b> Функциональное руководство работниками бюро технического контроля	<b>ПК-4.1.1.</b> Знает документы по стандартизации и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции

Методы акустического контроля являются наиболее востребованными при оценке качества продукции, в том числе и железнодорожного назначения [2, 3]. Естественно, что их освоение базируется на учебном плане подготовки бакалавров по направлению 12.03.01. К сожалению, отсутствие набора на программу бакалавриата по направлению 12.03.01 в ПГУПС в 2021–2023 годах и востребованность магистерской программы по направлению 12.04.01 привели к разнообразию контингента обучающихся, анализ подготовки и опыта работы которых в области акустического (ультразвукового) контроля для набора последних трех лет приведен в табл. 2.

**ТАБЛИЦА 2.** Сведения о контингенте обучающихся по направлению 12.04.01

Категории обучающихся	Год набора / всего обучающихся			Итого, %
	2023 / 23	2024 / 21	2025 / 20	
окончившие обучение по программе бакалавриата по направлению 12.03.01 (или ранее по программе специалитета) и работающие в области НК	4	6	1	17
окончившие обучение по программе бакалавриата по направлению 12.03.01 и не работающие в области НК	7	4	0	17
имеющие высшее образование и опыт работы в области НК	5	5	9	30
имеющие высшее образование и не работающие в области НК	7	6	10	36

Таким образом, всех обучающихся по направлению 12.04.01 в ПГУПС можно разделить на четыре группы:

- окончившие программу бакалавриата по направлению 12.03.01 и работающие в области НК;
- окончившие программу бакалавриата по направлению 12.03.01 и не работающие в области НК;
- имеющие высшее образование и опыт работы в области НК;
- имеющие высшее образование и не работающие в области НК.

Магистрантов, окончивших программу бакалавриата по направлению 12.03.01, можно еще дополнительно разделить на выпускников ПГУПС и прошедших обучение в других вузах, что также отражается на их умениях и навыках. Из табл. 2 видно, что в последние годы количество обучающихся по программе 12.04.01

в ПГУПС без профильной подготовки и без опыта работы в области НК повышается. Естественно, что при проведении вступительных испытаний в магистратуру абитуриенты продемонстрировали достаточный уровень подготовки для освоения ее программы. Но овладение компетенциями, предусматривающими конкретные умения и навыки, для ряда обучающихся (второй и, например, четвертой групп) является затруднительным из-за недостаточно систематизированного их предварительного освоения. А для обучающихся из третьей группы практический опыт часто сопровождается отсутствием достаточных знаний.

То есть предварительные умения и навыки, связанные с настройкой ультразвукового дефектоскопа, определением измеряемых характеристик дефектов, эталонированием основных параметров и проведением контроля вряд ли будут получены без руководства опытного наставника и соответствующего оборудования. И если последняя задача (проведение контроля) еще может быть решена в рамках построения индивидуальных траекторий обучения для конкретных магистрантов путем использования различных объектов контроля (варьирования материала, типа, размера, требований к качеству), то остальные перечисленные умения и навыки приходится осваивать или изучать дополнительно в процессе обучения. При этом нет возможности организовать трудоемкие дополнительные занятия не только из-за загруженности преподавателей и лабораторий, но и в силу специфики контингента обучающихся в магистратуре (наличие высшего образования и соответствующая организация учебного процесса в ПГУПС позволяет им быть востребованными на рынке труда еще в процессе обучения).

Таким образом, основной вызов, с которым приходится иметь дело при изучении дисциплины ТАК, — это, с одной стороны, дополнять недостаточные умения и навыки, что позволит эффективно освоить компетенции, указанные в табл. 1, с другой — избежать повторения уже известных элементов и операций акустического контроля. Поскольку наибольшие проблемы возникают именно при проведении лабораторных работ, далее сосредоточимся именно на них.

В соответствии с действующими учебными планами дисциплина ТАК осваивается в течение трех семестров, при этом два последних посвящены изучению технологий акустического контроля различных объектов: сварных соединений, неметаллических объектов, листов и т. д. Поэтому именно в первом семестре необходимо освоить те элементы процедуры акустического контроля, которые связаны с эталонированием основных параметров, определением измеряемых характеристик и общими представлениями о технологии акустического контроля. Эти умения и навыки также необходимы специалистам в области акустического контроля при подтверждении их квалификации путем сертификации по ГОСТ Р ИСО 9712 [4].

На кафедре «Наземные транспортно-технологические комплексы» имеется большое количество лабораторных стендов для проведения лабораторных работ, например, по дисциплине «Методы акустического контроля». Часть из них (лабораторные стенды № 8, 11, 13, 14, 16, 28, 38, 43) могут быть задействованы и в дисциплине ТАК, так как специфика стендов состоит в возможности решения различных задач при применении стандартного оборудования (ультразвуковой дефектоскоп, пьезоэлектрические преобразователи с различными углами разной частоты, меры и настроечные образцы) в сочетании с уникальными нестандартными образцами с моделями дефектов.

Указанные выше стенды для проведения лабораторных работ позволяют решить следующие группы задач:

- физические явления, лежащие в основе выявления и регистрации несплошности (измерение индикатрисы обратного рассеяния и характеристик дифрагированных волн);
- методы акустического контроля (определение измеряемых характеристик дефектов);
- общие положения технологии ультразвукового контроля (выбор и эталонирование основных параметров, проведение контроля, оценка качества, определение формы дефектов, классификация сварных швов по дефектности по результатам ультразвукового контроля).

Таким образом, лабораторный практикум первого семестра по дисциплине ТАК состоит из пяти лабораторных работ, приведенных в табл. 3.

**ТАБЛИЦА 3.** Лабораторный практикум по дисциплине ТАК

Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (номер стенда)
1. Измерение индикатрисы обратного рассеяния дефекта	1. Измерение огибающей амплитуды эхосигналов (№ 28). 2. Измерение диаграммы направленности ПЭП, используемых в п. 1 (№ 14). 3. Расчет индикатрисы рассеяния моделей отражателей по результатам измерений огибающих и диаграммы направленности с учетом формул акустического тракта (№ 11)
2. Измерение характеристик дифрагированных волн	№ 17

Окончание табл. 3

Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (номер стенда)
3. Измеряемые характеристики дефектов при контроле эхо-, зеркально-теневым, эхозеркальным методами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение координат отражателей при контроле эхометодом (№ 11, № 24).</li> <li>2. Измерение максимальных амплитуд эхосигналов и эквивалентной площади дефектов по АРД-диаграмме (№ 24).</li> <li>3. Измерение коэффициента выявляемости и эквивалентной площади дефектов по SKH-диаграммам (№ 11).</li> <li>4. Измерение условных размеров дефектов при контроле эхометодом (№ 16).</li> <li>5. Измерение коэффициента выявляемости и условной протяженности дефектов при контроле ЗТМ (№ 13)</li> <li>6. Измерение коэффициента формы дефектов при контроле эхозеркальным методом (№ 8)</li> </ol>
4. Классификация сварных швов по дефектности по результатам ультразвукового контроля	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор основных параметров контроля, параметров сканирования, составление технологической карты контроля (№ 43).</li> <li>2. УЗК сварного шва с определением измеряемых характеристик выявленных дефектов (№ 38, № 43).</li> <li>3. Оценка качества и классификация (№ 38, № 43)</li> </ol>
5. Способы определения формы несплошностей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дельта-метод (№ 8).</li> <li>2. Эхозеркальный метод (МУ к ЛР № 8).</li> <li>3. По соотношению условных размеров, измеренных относительным способом (№ 38)</li> </ol>

Анализ табл. 3 показывает, что, несмотря на использование в лабораторном практикуме первого семестра по дисциплине ТАК применяемых при подготовке бакалавров лабораторных стендов (за исключением № 17), соответствующая постановка задач лабораторного практикума не повторяет уже существующие лабораторные работы, а предполагает проведение дополнительных измерений и исследований, а также их новой интерпретации. Наличие уникальных лабораторных стендов не позволяет проводить лабораторные работы фронтальным способом (когда вся подгруппа выполняет одну и ту же лабораторную работу) и приводит к необходимости создания индивидуального графика для каждой бригады (2–3 обучающихся). При формировании бригад учитываются не только

личные предпочтения обучающихся, но и их принадлежность к одной из перечисленных в табл. 2 групп, что позволяет при обучении дополнительно использовать технологию «перевернутый класс» [5].

Такая организация проведения лабораторных работ по дисциплине ТАК в первом семестре дает возможность:

- выровнять уровень подготовки обучающихся, независимо от их образования, опыта работы и т. д.;
- выстроить более индивидуальный подход к обучающимся;
- использовать современные образовательные технологии;
- эффективно и с соблюдением графика обучения освоить все предусмотренные образовательной программой компетенции.

### Список источников

1. Дымкин Г. Я., Коншина В. Н., Николаев С. В. Учет требований профессиональных стандартов при подготовке персонала по неразрушающему контролю // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2023. Т. 1. С. 115–117.
2. О чувствительности вихретокового контроля деталей железнодорожного подвижного состава / Г. Я. Дымкин [и др.] // Дефектоскопия. 2019. № 8. С. 47–53.
3. Дымкин Г. Я., Рукавчук Ю. П., Этинген И. З. Новый стандарт по неразрушающему контролю рельсов в пути // Путь и путевое хозяйство. 2020. № 10. С. 35–36.
4. Коншина В. Н., Давыдкин А. В. Модульная концепция подготовки и сертификации персонала по неразрушающему контролю для железнодорожного транспорта // III Бетанкуровский международный инженерный форум: сборник трудов. СПб.: ПГУПС, 2021. С. 199–201.
5. Современные образовательные технологии: учеб. пособие / Л. Л. Рыбцова [и др.]; под общ. ред. Л. Л. Рыбцовой. Екатеринбург: Изд-во Уральского федерального университета, 2014. 92 с.

**V.N. Konshina, A.Yu. Petrenko**

## Features of Teaching Laboratory Practical Training in the Discipline “Acoustic Control Technologies” in the Implementation of the Master’s Program “Devices and Methods of Quality Control and Diagnostics” at PSTU

**Vera N. Konshina** — PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of “Land Transport and Technological Complexes”

**Artem Yu. Petrenko** — 2nd year Student of the Department of “Land Transport and Technological Complexes”

*Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** This article examines the teaching of the course “Acoustic Control Technologies” in the master’s program at PSTU, taking into account the requirements of the professional standard, the educational and methodological framework, and the experience and training of students. The composition of the laboratory practical training, which ensures the acquisition of relevant competencies, is substantiated.

**Keywords:** training in non-destructive testing, acoustic testing technology, ultrasonic flaw detector, basic testing parameters, measurable characteristics of defects, samples with defect models

---

УДК 665.725

**Ю. В. Коровяковская, Р. А. Плясецкий**

## **Социальный лифт ООО «Газпромтранс»: производственная практика для студентов ФГБОУ ВО ПГУПС**

**Коровяковская Юлия Владимировна** — кандидат технических наук, доцент кафедры «Логистика и коммерческая работа»

**Плясецкий Роман Александрович** — магистрант 1-го года обучения кафедры «Теоретические основы электротехники и энергетики», инженер 1-й категории отдела оборудования управления материально-технического снабжения и комплектации ООО «Газпромтранс»

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Настоящая статья посвящена всестороннему анализу стратегии формирования и совершенствования кадрового потенциала для железнодорожной сферы, реализуемой ООО «Газпромтранс» — ключевым транспортно-логистическим оператором ПАО «Газпром». Детально исследуются эффективные методы взаимодействия компании с образовательными учреждениями, охватывающие все уровни подготовки — от среднего специального до университетского транспортного образования. Пристальное внимание уделяется функционированию механизмов социального лифта, включающих организацию целевой подготовки для удаленных филиалов, содействие в трудоустройстве выпускников, развитие системы корпоративного наставничества и формирование пула кадрового резерва. Демонстрируется, что подобное синергетическое партнерство между бизнес-структурой и образовательной системой не только эффективно решает внутренние потребности компании в квалифицированных кадрах, но и активно содействует становлению нового