

УДК 378.145:620.1
DOI: 10.14489/td.2017.03.pp.038-044

ОБ ОПЫТЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ И АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ



В. Н. Костюков,
д-р техн. наук, проф., акад.
Российской инженерной
академии, председатель
совета директоров, ООО
«Научно-производственный
центр «Динамика»,
г. Омск, Россия.
E-mail: post@dynamics.ru



А. В. Косых,
д-р техн. наук, проф.,
ректор ФГБОУ ВПО
«Омский государственный
технический университет»,
заведующий кафедрой
«Радиотехнические
устройства и системы
диагностики»,
г. Омск, Россия.
E-mail: kosykh@mgtu.ru



А. П. Науменко,
д-р техн. наук, доц.
ООО «Научно-
производственный
центр «Динамика»,
г. Омск, Россия.
E-mail: post@dynamics.ru;
alexpn@aport.ru

Рассмотрены актуальные проблемы подготовки кадров для различных отраслей промышленности с учетом специфики учебных программ подготовки кадров высшими учебными заведениями и потребностей реальных производств. На основе анализа программ подготовки кадров, опыта предаттестационной подготовки персонала в области неразрушающего контроля и обучения студентов в высших учебных заведениях, опыта общения с персоналом существующих производственных комплексов сделан вывод о необходимости изменения не только программ обучения в высших учебных заведениях, но и системы подготовки кадров для существующих реалий современных предприятий различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: подготовка кадров, высшее учебное заведение, бакалавр, магистр, инженер, специалист, программа подготовки, учебный план, неразрушающий контроль, диагностика.

V. N. Kostyukov (DYNAMICS SPC, Omsk, Russia)
A. V. Kosykh (Omsk State Technical University, Omsk, Russia)
A. P. Naumenko (DYNAMICS SPC, Omsk, Russia)

CONCERNING THE EXPERIENCE OF SCIENTIFIC AND ENGINEERING PERSONNEL TRAINING AND CERTIFICATION IN THE AREA OF NON-DESTRUCTIVE TESTING AND TECHNICAL DIAGNOSTICS

The paper deals with the urgent problems of personnel training for various industry branches considering specific training programs of higher education institutions and demands of actual productions. The study of this issue evidenced that the one of the problems of the personnel training is students' motivation. Today, the enterprises employing the professionals in NDT and Technical Diagnostic area fail not only in contributing in personnel training, but in spreading this particular business dimension.

However, the main problem of personnel training in "Instruments and methods of quality control and diagnostics" is non-compliance between the training programs and the potential consumer needs of such personnel. Basing on the analysis of personnel training programs, experience in precertification training of NDT specialist and higher education institutions, communication with production facilities personnel, a conclusion has been made, that it is necessary to change not only the training programs in higher education institutions, but the whole system of the personnel training for existing demand of modern industrial enterprises. It is proven, that one of the solutions is integration of training process to the enterprises.

Keywords: personnel training, higher education institutions, bachelor, master, engineer, specialist, training program, training schedule, NDT, diagnostics.

Статья поступила в редакцию 20.12.2016

Received 20.12.2016

Развитие теории, практики и технологий методов неразрушающего контроля (НК) и технической диагностики (ТД) предъявляет повышенные требования к уровню образования и квалификации специалистов в области НК и ТД. Сегодня, как правило, специалисты в области НК должны иметь высшее образование. Организации высшего профессиональ-

ного образования осуществляют обучение кадров по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» направления подготовки бакалавриата и магистратуры 200100.62 «Приборостроение». Именно специалисты этого профиля призваны на профессиональном уровне обеспечить функционирование системы в области НК и ТД.

Высшее образование в России – часть профессионального образования, имеющая целью обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, углублении и расширении образования, научно-педагогической квалификации [1].

До вступления 1 сентября 2013 г. в силу Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» использовался термин «высшее профессиональное образование», которое не включало в себя обучение в аспирантуре, отнесенное к послевузовскому профессиональному образованию и подготовке кадров высшей квалификации [1].

Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» определены следующие уровни высшего профессионального образования в России:

- **бакалавриат:** квалификация (академическая степень) «бакалавр наук», срок обучения 4 года;
- **магистратура:** квалификация (академическая степень) «магистр наук», срок обучения 2 года после получения степени «бакалавр наук»;
- **специалитет:** квалификация «специалист» или «инженер-специалист», срок обучения 5 лет;
- **аспирантура:** квалификация «исследователь» или «преподаватель-исследователь», ученая степень «кандидат наук», срок обучения 4 года.

Бакалавриат – первая ступень высшего профессионального образования, студенты которой получают фундаментальную подготовку, но без узкой специализации.

Бакалавр – это академическая степень, которую студент высшего учебного заведения получает после приобретения и подтверждения основных знаний по выбранному направлению подготовки. Данная квалификация подтверждает, что человек имеет базовое высшее образование и ориентируется в своей профессии.

К освоению программ бакалавриата или программ специалитета допускаются лица, имеющие среднее общее образование.

По окончании бакалавриата выпускник получает диплом бакалавра о законченном высшем образовании с присвоением квалификации по определенному направлению. Диплом бакалавра дает право занимать должность, для которой квалификационными требованиями предусмотрено высшее образование. Выпускник бакалавриата имеет возможность продолжить обучение в магистратуре по своему направлению подготовки по одной из предполагаемых специализаций либо выбрать иное направление подготовки.

Магистратура – уровень высшего профессионального образования, следующий после бакалавриата. Программа обучения предусматривает более глубокое теоретическое освоение дисциплин обучения выбранного профиля и более узкую специализацию по выбранному профессиональному направлению.

К освоению программ магистратуры допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня.

Следует отметить, что программы бакалавриата более практико-ориентированы, в магистратуре же студенты овладевают компетенциями, необходимыми для будущей научно-исследовательской или преподавательской деятельности.

Примерно по ста специальностям – их перечень утвержден решением федерального правительства – двухуровневая система подготовки не предусмотрена. В данном случае обучение ведется традиционные пять лет с последующим присвоением квалификации «специалист».

Подготовка кадров высшей квалификации, осуществляемая по результатам освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, подтверждается дипломом об окончании соответственно аспирантуры.

К освоению программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура).

Таким образом, существующая система подготовки высококвалифицированных кадров потенциально позволяет готовить специалистов, имеющих квалификацию для осуществления деятельности в области НК и ТД.

В последние годы количество ежегодно подготавливаемых, например, Омским государственным техническим университетом (ОмГТУ) специалистов по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики» достаточно для обеспечения своего и соседних регионов специалистами в области НК и ТД (рис. 1).

Одной из проблем подготовки специалистов является мотивация студентов. В настоящее время предприятия, которые активно используют специалистов в области НК и ТД, крайне пассивно участвуют не только в подготовке студентов, но и даже в популяризации этой сферы деятельности.

Однако основной проблемой обучения высококвалифицированных специалистов по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики» является несогласованность рабочих программ обучения и потребностей организаций и предприятий, нуждающихся в специалистах НК.

Прежде всего, это касается формирования перечня дисциплин обучения. Согласно ГОСТ 56542–2015

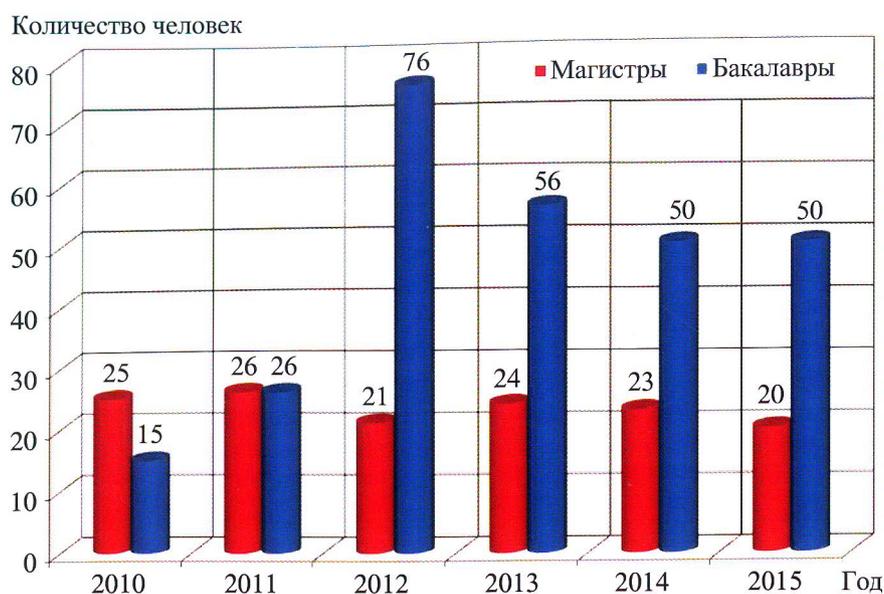


Рис. 1

неразрушающий контроль в зависимости от физических явлений, положенных в его основу, подразделяется на виды: акустический, виброакустический, вихретоковый, магнитный, проникающими веществами, оптический, радиационный, радиоволновой, тепловой, электрический. Каждый вид НК имеет несколько методов, которые используются на реальных производствах для контроля материалов, веществ и изделий.

В то же время, согласно Правилам аттестации персонала в области неразрушающего контроля ПБ 03-440-02 [6], определяющим требования к аттестации и процедуру аттестации персонала в области неразрушающего контроля опасных производственных объектов, подконтрольных Ростехнадзору, аттестации в области неразрушающего контроля подлежит персонал, проводящий контроль объектов с применением следующих видов (методов) НК:

- ультразвуковой;
- акустико-эмиссионный;
- радиационный;
- магнитный;
- вихретоковый;
- проникающими веществами: капиллярный, течеискание;
- визуальный и измерительный;
- вибродиагностический;
- электрический;
- тепловой;
- оптический.

Учитывая, что существенная доля специалистов в области НК аттестуется согласно этим пра-

вилам и работает на опасных производственных объектах, а также что и в профессиональном стандарте «Специалист по неразрушающему контролю» [7] приведены эти же методы НК, то и студенты, обучающиеся по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики», должны изучать в первую очередь именно эти методы. Специалисты НК и ТД машинного оборудования для других отраслей промышленности должны проходить обучение и аттестацию согласно требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 18436.

Основная образовательная программа (ООП) высшего профессионального образования

(ВПО) высшего учебного заведения готовится на основе соответствующего *Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС)*. Базовая часть блока 1 ООП бакалавриата должна включать в себя следующие дисциплины (модули): «Философия», «История», «Иностранный язык», «Безопасность жизнедеятельности». Объем, содержание и порядок реализации указанных дисциплин (модулей) определяются образовательной организацией самостоятельно.

В базовой части блока 1 программы бакалавриата должна быть предусмотрена дисциплина (модуль) «Физическая культура» («Физическая подготовка»). Объем указанной дисциплины (модуля) для очной формы обучения должен составлять не менее 400 академических часов, из которых не менее 360 академических часов должны составлять практические занятия для обеспечения физической подготовленности обучающихся, в том числе профессионально-прикладного характера.

Дисциплины (модули) и практики, относящиеся к вариативной части программы бакалавриата, образовательная организация определяет самостоятельно, в том числе для формирования профиля программы, в объеме, установленном данным ФГОС. После выбора обучающимся профиля программы набор соответствующих выбранному профилю дисциплин (модулей) и практик становится обязательным для освоения обучающимся.

Структура дисциплин и разделов ООП одного из университетов РФ приведена в табл. 1 – 3. Анализ ООП различных вузов показывает, что программы и учебные планы ориентированы на общеобразовательную подготовку специалистов.

**1. Структура дисциплин и разделов ООП.
Гуманитарный, социальный и экономический цикл (ГСЭ)**

№ п/п		Дисциплина	Трудоемкость, ч	
Базовая часть	1	История	108	
	2	Философия	180	
	3	Иностранный язык	288	
	4	Экономика	144	
	Итого		720	
Вариативная часть	Обязательная часть	1	Культурология, русский язык и культура речи	108
		2	Психология и педагогика	108
		3	Правоведение	108
		4	Социология, политология	144
	Набор 1	1	История отрасли	108
		2	Основы экономики и организации производства	108
	Итого		684	

**2. Структура дисциплин и разделов ООП.
Математический и естественно-научный цикл (МЕН)**

№ п/п		Дисциплина	Трудоемкость, ч	
Базовая часть	1	Математика	576	
	2	Физика	360	
	3	Информатика	180	
	4	Химия	108	
	5	Экология	108	
Итого		1332		
Вариативная часть	Обязательная часть	1	Программно-аппаратные средства в технической физике	144
		2	Специальные разделы физики	180
		3	Автоматизированные системы контроля качества и диагностики	180
		4	Теория физических полей	180
	Набор 1	5	Детали приборов и основы конструирования	144
		6	Теория передачи дискретных сообщений	144
	Набор 2	7	Материалы и элементы электронной техники	144
		8	Пьезоэлектронные преобразователи	144
Итого		1260		

**3. Структура дисциплин и разделов ООП.
Профессиональный цикл**

№ п/п		Дисциплина	Трудоемкость, ч	
Базовая часть	1	Физические основы получения информации	288	
	2	Начертательная геометрия и инженерная графика	180	
	3	Прикладная механика	288	
	4	Материаловедение и технология конструкционных материалов	216	
	5	Электротехника	108	
	6	Электроника и микропроцессорная техника	216	
	7	Метрология, стандартизация и сертификация	144	
	8	Безопасность жизнедеятельности	108	
	9	Основы автоматического управления	144	
	10	Основы проектирования приборов и систем	180	
	11	Компьютерные технологии в приборостроении	144	
Итого		2016		
Вариативная часть	Обязательная часть	1	Физические методы контроля	216
		2	Электромагнитный контроль	216
		3	Неразрушающий контроль в производстве	144
		4	Радиоволновой, тепловой и оптический контроль	180
		5	Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле	216
		6	Акустический контроль	180
		7	Соппротивление материалов	144
	Набор 1	1	Аналоговые избирательные устройства	180
		2	Технология разработки программного обеспечения	180
	Набор 2	3	Интерфейсы персональных компьютеров	144
		4	Фильтрация измерительных сигналов	144
	Набор 3	5	Измерение случайных процессов	144
6		Визуальный контроль	144	
Итого		2232		

При этом подготовка по профессиональному циклу совершенно не учитывает потребности реальных производств и предприятий, поскольку ни одна программа ни одного вуза не включает в себя минимальный набор методов НК и ТД, определенный в ПБ 03-440-02, и профессионального стандарта [7]. Как правило, ООП содержит два-три метода НК и ТД, указанных в ПБ 03-440-02. Однако и при этом существует проблема аттестации специалистов НК и ТД согласно ПБ 03-440-02 или ГОСТ Р ИСО 18436, поскольку одним из требований этих нормативных документов является наличие стажа практической работы, который невозможно приобрести за время производственной практики студентов.

Вместе с тем в ряде вузов вопросы вступительных экзаменов в аспирантуру по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» требуют от соискателя знаний по методам НК и ТД (табл. 4), указанным в ПБ 03-440-02.

4. Темы вопросов вступительного экзамена в аспирантуру

	Тема	Раздел
1.	Общие сведения о методах и приборах контроля	
2.	Основы метрологии и метрологического обеспечения	
3.	Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий	акустический контроль
3.1.		вибрационный контроль
3.2.		капиллярный контроль
3.3.		магнитный контроль
3.4.		оптический контроль
3.5.		радиационный контроль
3.6.		радиоволновой контроль
3.7.		тепловой контроль
3.8.		контроль течением
3.9.		электрический контроль
3.10.		электромагнитный контроль
3.11.		
4.	Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)	
5.	Приборы и системы контроля природной среды	
6.	Системы экологического мониторинга	

Таким образом, сегодня ФГОС и ООП высшего профессионального образования по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» направления подготовки бакалавриата и магистратуры 200100.62 «Приборостроение» лишь частично отвечают требованиям подготовки кадров и специалистов в области НК и ТД, квалификация которых соответствует потребностям реальных производств и рынку труда.

Одним из путей решения проблем подготовки квалифицированных специалистов является интегрирование учебного процесса с запросами предприятий. При этом должна создаваться совместные учебные лаборатории и базовые кафедры на предприятиях с привлечением к процессу обучения специалистов этих предприятий. В Омском государственном техническом университете такой опыт широко практиковался в 80-е гг. прошлого века на радиотехническом факультете с предприятиями радиотехнического профиля. В 1990-е гг., к сожалению, почти на десятилетие в связи с экономическими, политическими и организационными преобразованиями такая практика прекратилась. И только в начале этого века отдельные предприятия г. Омска возобновили сотрудничество с ОмГТУ.

Научно-производственный центр «Динамика» начал сотрудничество с ОмГТУ в конце 90-х гг. прошлого века по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики». Позже высококвалифицированные кадры НПЦ «Динамика» стали проводить занятия со студентами по данному профилю в Омском государственном университете путей сообщения, негосударственном образовательном учреждении «Институт радиоэлектроники, сервиса и диагностики» (ИРСИД) (рис. 2).

Специалисты НПЦ «Динамика» за прошедшие годы подготовили лекционные и лабораторные курсы по таким дисциплинам, как «Методы технической диагностики», «Микропроцессоры и ЭВМ в неразрушающем контроле», «Неразрушающий контроль в производстве», «Автоматизированные системы контроля качества и диагностики», «Вибродиагностика», «Акустико-эмиссионный контроль», «Визуальный и измерительный контроль» и др.

Для высококачественного обучения студентов и специалистов неразрушающего контроля подготовлены и изданы такие учебные пособия, как «Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования» (издательство ОмГТУ, 2002 г.), «Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин» (издательство ОмГТУ, 2011 г., издательство СО РАН, 2014 г.). Последние учебные пособия рекомендованы УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 200100 «Приборостроение» [2 – 4].

Значительные объемы внедрения технологии автоматизированных систем управления безопасной ресурсосберегающей технологии эксплуатации оборудования АСУ БЭР™ «КОМПАКС®» [5] требуют и соответствующей подготовки персонала, способного не только понимать результаты мониторинга, но и адекватно использовать и реагировать на результаты работы системы. НПЦ «Динамика» сегодня является ведущей организацией по подготовке специалистов для нефтегазового комплекса в области мониторинга состояния, основных интегральных методов неразрушающего контроля – вибродиагностики и акустической эмиссии.

Большую роль в этом играет собственная методическая база – выпущен ряд монографий по мониторингу, системам и вибродиагностике [5], а также использование лабораторной базы на основе выпускаемых стендовых систем – системы для вибродиагностики подшипников качения, системы балансировки роторов консольных насосов в собственных подшипниках, системы диагностики электродвигателей, а также персональной системы автоматической диагностики COMPACS®-migo, виброанализатора 8710. Существенным фактором в обучении является диагностическая сеть COMPACS®-Net – источник сигналов, трендов с реальных объектов мониторинга. Студенты, а также



Рис. 2

специалисты предприятий, повышающие квалификацию, используя диагностическую сеть, проходят обучение на сигналах и трендах диагностических признаков неисправностей насосно-компрессорного оборудования своих же предприятий.

Независимый орган по аттестации персонала в области неразрушающего контроля НПЦ «Динамика» функционирует с 2000 г. За это время прошло обучение и аттестовано более 700 специалистов нефтегазоперерабатывающей, химической и других отраслей промышленности из более чем 30 городов и 35 предприятий России, ближнего и дальнего зарубежья (рис. 3).

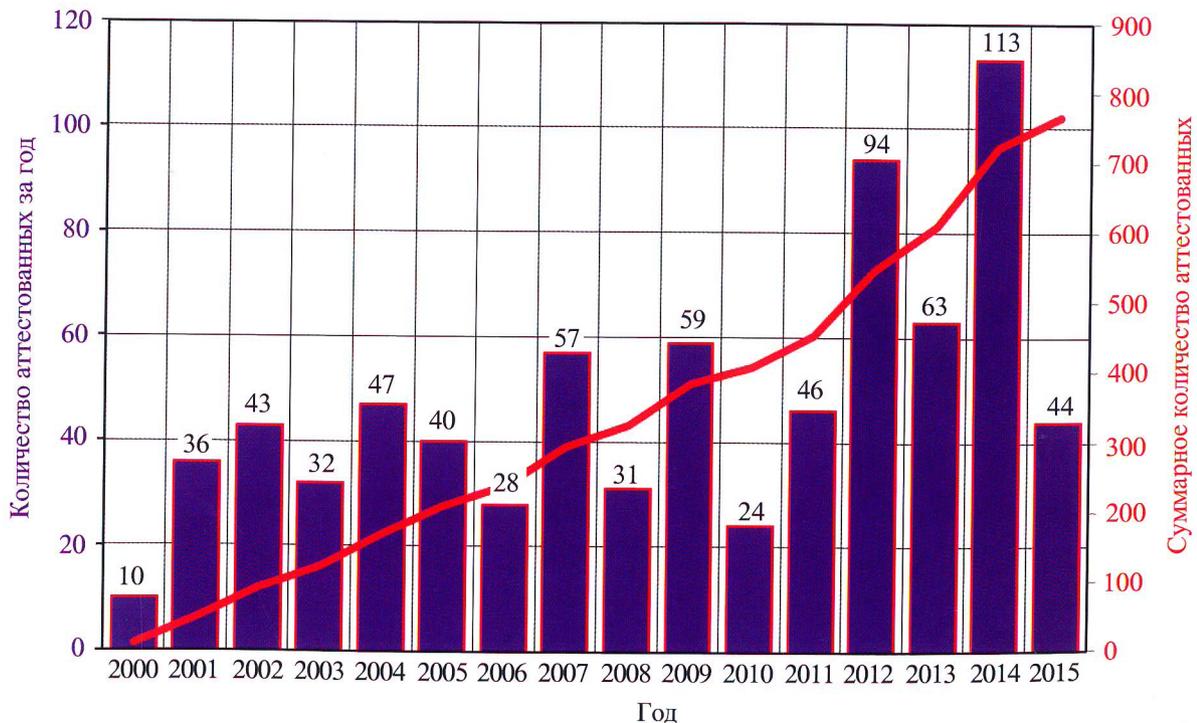


Рис. 3

Таким образом, НПЦ «Динамика» направляет свои усилия в области подготовки специалистов НК, инженерных и научных кадров в области НК и ТД и может выступать в качестве базового предприятия для подготовки кадров в области неразрушающего контроля, в том числе и проводить аттестацию специалистов в области НК согласно требованиям ПБ 03-440-02, ГОСТ Р ИСО 18436.

Совместный опыт ОмГТУ и НПЦ «Динамика» по подготовке и аттестации специалистов в области неразрушающего контроля, бакалавров, магистров, специалитета, аспирантов по направлению «Приборостроение» позволяет констатировать, что сегодня ФГОС и ООП высшего профессионального образования по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» направления подготовки бакалавриата и магистратуры 200100.62 «Приборостроение» лишь частично отвечают требованиям подготовки кадров и специалистов в области НК и ТД, квалификация которых соответствует потребностям реальных производств.

Учитывая, что уровень подготовки бакалавров недостаточен, а магистры с их уровнем подготовки не востребованы производственными предприятиями, предлагается вынести на обсуждение следующие предложения:

1. В целях обеспечения промышленных предприятий различных отраслей квалифицированными кадрами необходимо изменить систему высшего профессионального образования путем возобновления подготовки инженеров, уровень образования и профессиональные качества которых соответствовали бы требованиям профессиональных стандартов.

2. В ближайшее время необходимо оперативно изменить Федеральный государственный образовательный стандарт и Основную образовательную программу высшего профессионального образования по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» направления подготовки бакалавриата (12.03.01) и магистратуры (12.04.01) «Приборостроение» таким образом, чтобы профессиональный цикл обеспечивал подготовку бакалавров в объеме требований ПБ 03-440-02, ГОСТ Р ИСО 18436, профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» в части методов неразрушающего контроля.

Библиографический список

1. **Об образовании** в Российской Федерации. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.

2. **Костюков В. Н., Науменко А. П.** Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования: учеб. пособие / под ред. В. Н. Костюкова. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. 108 с.

3. **Костюков В. Н., Науменко А. П.** Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие. Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 200100 «Приборостроение». Омск: Изд-во ОмГТУ. 2011. 360 с.

4. **Костюков В. Н., Науменко А. П.** Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие. Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 200100 «Приборостроение». 2-е изд., с уточн. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 378 с.

5. **Костюков В. Н.** Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002. 224 с.

6. **ПБ 03-440-02.** Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. Зарегистрировано в Минюсте РФ 17 апреля 2002 г. № 3378. Утверждено Федеральным горным и промышленным надзором России постановлением от 23 января 2002 г. № 3. М., 2002.

7. **Специалист** по неразрушающему контролю. Профессиональный стандарт / Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ № 976н от 3 декабря 2015 г. М., 2015.

References

1. Education in Russian Federation. *Federal Law No. 273-FZ*. Russian Federation. [in Russian language]

2. Kostiukov V. N. (Ed.), Naumenko A. P. (2002). *Practical basics of vibro-acoustic diagnosis of equipment: textbook*. Omsk: Izdatel'stvo OmGTU. [in Russian language]

3. Kostiukov V. N., Naumenko A. P. (2011). *Fundamentals of vibro-acoustic diagnostics and monitoring of machines: textbook*. Omsk: Izdatel'stvo OmGTU. [in Russian language]

4. Kostiukov V. N., Naumenko A. P. (2014). *Fundamentals of vibro-acoustic diagnostics and monitoring of machines: textbook*. 2nd Ed. (revised). Novosibirsk: Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN. [in Russian language]

5. Kostiukov V. N. (2002). *Monitoring of production safety*. Moscow: Mashinostroenie. [in Russian language]

6. Rules of certification in the field of non-destructive testing personnel. (2002). *Safety rules No. PB 03-440-02*. Russian Federation. Moscow. [in Russian language]

7. NDT specialist. Professional standard. *Order of Ministry of Labor and Social Affairs No. 976n*. Russian Federation. Moscow. [in Russian language]

Контроль. Диагностика

Научно-технический журнал

№3 (март) 2017



НИИИИ МПО "СПЕКТР"
RII MSIA "SPECTRUM"

ВД-91НМ

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ВИХРЕТОКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА

ПРОИЗВОДСТВО

ОБСЛУЖИВАНИЕ



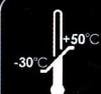
Максимальный зазор - 10 мм,
пороговый дефект - 0.3 мм



Высокая степень защиты
от пыли и влаги - IP67



16 каналов с независимым
анализом амплитуды и фазы



Рабочий температурный
диапазон -30°C .. +50°C



Интерфейсы RS485, RS232,
Wi-Fi, FAST ETHERNET



Контроль поверхностей с
шероховатостью до Rz320

Сделано в
России

ПОЛНЫЙ КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ НА WWW.NIO12.RU

119048, Москва, ул. Усачева, 35, стр. 1.

Тел: (499) 245-56-18, Факс: (495) 933-02-95. E-mail: info@nio12.ru



Спектр

Издательский дом



www.td-j.ru

Контроль. Диагностика

Научно-технический журнал

3 (225) март 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Мурашов В. В. Исследование характеристик акустического метода свободных колебаний	4
Данилов В. Н., Разыграев А. Н., Цуканов М. В. Формулы акустического тракта наклонного преобразователя при ультразвуковом контроле металла через плакирующий слой	12
Бадалян В. Г., Базулин А. Е., Вopilкин А. Х., Тихонов Д. С. Особенности разработки методик автоматизированного контроля в ультразвуковой дефектометрии	26
Костюков В. Н., Косых А. В., Науменко А. П. Об опыте подготовки научных и инженерных кадров и аттестации специалистов в области неразрушающего контроля и технической диагностики	38
Посадов В. В., Ринаров В. М., Слободской Д. А. Способ определения режимов работы газотурбинного двигателя, на которых осевая сила, действующая на радиально-упорный подшипник, принимает минимальные значения	46
Юсупбеков Н. Р., Адilов Ф. Т., Астафуров М. Ф. Опыт ввода в эксплуатацию метрологического оборудования на заводе GM POWERTRAIN – UZBEKISTAN как средство достижения высоких показателей качества продукции	50
Артемьев Б. В., Матвеев В. И. «ВУЗПРОМЭКСПО – 2016»	56

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В. В. Ключев, д-р техн. наук, проф., акад. РАН, член Европейской академии

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Э. С. Горкунов, д-р техн. наук, проф., акад. РАН
В. Г. Шевалдыкин, д-р техн. наук, проф.
П. Е. Клейзер

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Б. В. Артемьев, д-р техн. наук, проф.
В. Т. Бобров, д-р техн. наук, проф.
О. Н. Будадин, д-р техн. наук
А. А. Буклей, д-р техн. наук
В. П. Вавилов, д-р техн. наук, проф.
В. А. Голенков, д-р техн. наук, проф.
А. Г. Ефимов, д-р техн. наук
Г. В. Зусман, д-р техн. наук
В. В. Коннов, д-р техн. наук, проф.
Н. Н. Коновалов, д-р техн. наук
В. Н. Костюков, д-р техн. наук, проф.
Н. Р. Кузелев, д-р техн. наук, проф.
А. Р. Маслов, д-р техн. наук, проф.
В. И. Матвеев, канд. техн. наук
Г. А. Нуждин, канд. техн. наук
К. В. Подмастерьев, д-р техн. наук, проф.
А. В. Полупан, д-р техн. наук
С. Г. Сандомирский, д-р техн. наук
Ю. С. Степанов, д-р техн. наук, проф.
Л. Н. Степанова, д-р техн. наук, проф.
В. В. Сухоруков, д-р техн. наук, проф.
В. М. Труханов, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИЯ:

П. Е. Клейзер, Д. А. Елисеев, С. В. Сидоренко

УЧРЕДИТЕЛИ:

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД);
ООО «Издательский дом «Спектр»

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Издательский дом «Спектр»
119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
Тел.: (495) 514 76 50, 8 (916) 676 12 38
Http://www.idspektr.ru. E-mail: info@idspektr.ru

ПОДПИСКА

В любом почтовом отделении.
Индексы по каталогам агентств:
«Роспечать» – 47649;
«Пресса России» – 29075;
«Каталог Российской прессы» – 60260.
«Почта России» электронный каталог – П3652
Подписка через издательство:
тел. (495) 514 26 34; e-mail: zakaz@idspektr.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
Тел.: (495) 514 76 50, 8 (916) 676 12 38
Http://www.td-j.ru;
E-mail: td@idspektr.ru, tdjpost@gmail.com

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия Российской Федерации.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-46328

Верстка: Евсейчев А. И., Корабельникова Г. Ю.
Корректор Евсейчев А. И. Сдано в набор 20.01.2017 г.
Подписано в печать 27.02.2017 г. Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,89. Уч. изд. л. 8,12. Свободная цена.

Отпечатано в типографии ООО «МЕДИАКОЛОР»
105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, стр. 10

© ООО «Издательский дом «Спектр»

Журнал «Контроль. Диагностика» входит в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней.
При использовании материалов ссылка на журнал «Контроль. Диагностика» обязательна.
За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

Kontrol'. Diagnostika

(Testing, Diagnostics)

No 3 (225) March 2017

CONTENTS

Murashov V. V. Research of Characteristics of the Acoustic Free Vibration Method	4
Danilov V. N., Razygraev A. N., Tsukanov M. V. The Formulas of an Acoustic Channel of the Angle Beam Probe under the Ultrasonic Testing of Metal Through the Cladding Layer	12
Badalyan V. G., Bazulin A. E., Vopilkin A. Kh., Tikhonov D. S. Features of the Development of Automated Testing Techniques to Ultrasound Defectometry	26
Kostyukov V. N., Kosykh A. V., Naumenko A. P. Concerning the Experience of Scientific and Engineering Personnel Training and Certification in the Area of Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics	38
Posadov V. V., Rinarov V. M., Slobodskoy D. A. Method for Determination of Gas Turbine Engine Operational Modes, on which Axial Force on Angular-Contact Bearing is Minimal	46
Yusupbekov N. R., Adilov F. T., Astafurov M. F. Commissioning Experience of Metrology Equipment at "GM POWERTRAIN – UZBEKISTAN" Plant, as Means to Achieve High Product Quality	50
Artemiev B. V., Matveev V. I. Vuzpromexpo – 2016	56

КОНСТАНТА®
приборы неразрушающего контроля



ПОСТОЯНСТВО В РАЗВИТИИ

Электромагнитные
и ультразвуковые
толщиномеры,
твердомеры.

constanta.ru