

# МАШИНЫ И АППАРАТЫ, ПРОЦЕССЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ И КРИОГЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 378.214.1

## МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА “КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ” МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

**Н.А. Лавров, В.В. Шишов**

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация  
e-mail: lavrov@power.bmstu.ru; vv@shishov.net

*МГТУ им. Н.Э. Баумана является учебным научно-исследовательским университетом, предназначенным для подготовки высококвалифицированных выпускников. Поэтому для обучения как отечественных студентов-магистров, так и иностранных, необходимо создать магистерскую программу, отвечающую Федеральным государственным образовательным стандартам РФ и удовлетворяющую требованиям Болонского процесса. В соответствии с проектом TEMPUS 511121-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR “ECDEAST — Разработка учебных программ, согласованных с европейской рамкой квалификаций и стандартами аккредитации европейских инженерных программ” создана магистерская программа “Криогенная техника и технология” на основе Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения”.*

**Ключевые слова:** магистерская программа, проект ECDEAST, компетенции, стандарты EUR-ACE.

## MASTER PROGRAM “CRYOGENIC ENGINEERING” OF BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY

**N.A. Lavrov, V.V. Shishov**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation  
e-mail: lavrov@power.bmstu.ru; vv@shishov.net

*Bauman Moscow State Technical University is an educational-research university designed for training highly qualified graduates. That is why it is necessary to create a master program for training both domestic students - masters, and foreign. This program has to meet the requirements of Russian federal state educational standards and satisfy the requirements of the Bologna process. The master program "Cryogenic Engineering" is developed within the framework of the TEMPUS 511121-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR “ECDEAST — Engineering curriculum design aligned with the EQF and EUR-ACE standard” and Federal State Educational Standards 141200 “Refrigeration, Cryogenics and Life Support Systems”.*

**Keywords:** master program, ECDEAST project, competences, EUR-ACE standards.

Согласно Болонскому процессу РФ переходит на двухуровневую подготовку специалистов: бакалавр и магистр. Основной задачей Болонского процесса является подготовка специалистов, способных работать в условиях быстроменяющегося рынка труда, на стыке различных видов деятельности, в условиях трудовой миграции, непрерывно продолжать процесс обучения [1]. Если раньше основной задачей

обучения было получение студентами определенной суммы знаний, то в настоящее время — получение компетенций, позволяющих реализовать поставленные задачи. Таким образом, если раньше центром образования был преподаватель, то сейчас — студент. Современные российские государственные образовательные стандарты подготовки магистров во многом удовлетворяют этим требованиям, хотя есть и некоторые отличия от европейских образовательных стандартов.

МГТУ им. Н.Э. Баумана является учебным научно-исследовательским университетом, предназначенным для подготовки высококвалифицированных специалистов. Поэтому для обучения как отечественных магистров, так и иностранных, необходимо создать магистерскую программу, отвечающую требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов РФ и удовлетворяющую требованиям Болонского процесса. В соответствии с проектом ТЕМПУС 511121-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR “ECDEAST — Разработка учебных программ, согласованных с европейской рамкой квалификаций и стандартами аккредитации европейских инженерных программ” проводилась работа по созданию магистерской программы “Криогенная техника и технология” на базе Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения” [2].

Официальным координатором проекта является Университет прикладной науки и технологии (г. Висмар, Германия). Кроме МГТУ им. Н.Э. Баумана, российскими участниками проекта являются два российских университета — Томский политехнический университет и Санкт-Петербургский политехнический университет. К выполнению проекта также были привлечены: Каунасский технологический университет (Литва), Университет им. Луциана Блага (г. Сибиу, Румыния), Европейское общество по инженерному образованию (SEFI — Société Européenne pour la Formation d’Ingénieurs), Европейская сеть по аккредитации инженерного образования (ENAE — European Network for Accreditation of Engineering Education). Основным европейским партнером МГТУ им. Н.Э. Баумана был Каунасский технологический университет.

**Описание проекта. Цели проекта.** Магистерская программа “Криогенная техника” направлена на подготовку специалистов, удовлетворяющих запросам современной науки и промышленности. Выпускники должны быть способны выполнять теоретические, расчетные и практические работы в области криогенной техники. Программа ориентирована на подготовку специалистов для промышленных предприятий, научно-исследовательских центров, занимающихся эксплуатацией, расчетом, конструированием, изготовлением машин, установок, агрегатов, оборудования и приборов криогенной техники. Программа позволяет готовить специалистов для научных исследований

процессов в криогенных системах и установках и для дальнейшего обучения в аспирантуре.

Основные семь целей программы сформулированы следующим образом:

— проводить научно-исследовательскую работу, включая расчетно-экспериментальную, связанную с разработкой инновационных методов расчета, проектирования и экспериментальными исследованиями установок и объектов низкотемпературной техники и смежных отраслей;

— проводить производственно-технологическую, проектно-конструкторскую и инновационную деятельность для создания новых машин, установок, агрегатов, оборудования и приборов криогенной техники с учетом экологических проблем и проблем безопасности, с использованием современных средств компьютерного проектирования;

— выполнять технико-экономические оценки научно-производственных проектов, реализовывать научные и производственные проекты на стыке разных направлений науки и техники;

— осуществлять консультационно-экспертную деятельность, т.е. обрабатывать и анализировать научные и производственные результаты, подготавливать выступления и статьи в специализированные издания, в том числе и на иностранном языке;

— осуществлять организационно-управленческую деятельность — работать в команде, состоящей из специалистов различных областей науки и техники и из разных стран;

— осуществлять научно-педагогическую деятельность в физико-математических школах, средних и высших учебных заведениях;

— непрерывно совершенствовать свои профессиональные знания и навыки, в том числе продолжить образование в аспирантуре по любому направлению энергомашиностроения.

**Основные результаты обучения (компетенции).** Многочисленные компетенции Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения” сгруппированы в двенадцать основных компетенций и разделяются на две части — профессиональные и универсальные.

Восемь профессиональных компетенций разделены согласно европейским стандартам на пять основных частей: *знания и понимания; инженерный анализ; инженерное проектирование; научные исследования; инженерная практика.*

### **Профессиональные компетенции.**

1. Обладать глубокими знаниями физических процессов в машинах, аппаратах и установках криогенной техники; понимать

современные проблемы криогенной техники с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий (*знания и понимания*).

2. Применять физико-математический аппарат, теоретические и расчетные способы исследований, методы математического и компьютерного моделирования для расчета машин, аппаратов и установок криогенной техники (*инженерный анализ*).

3. Проектировать низкотемпературные машины и установки с учетом требований обеспечения их максимальной производительности, долговечности, безопасности (*инженерное проектирование*).

4. Применять системы компьютерного проектирования (САД-системы) для конструирования деталей криогенных машин и установок (*инженерное проектирование*).

5. Разрабатывать технико-экономические обоснования проектируемых конкурентоспособных криогенных машин и установок с учетом экологических требований (*инженерное проектирование*).

6. Владеть новыми современными методами и средствами проведения, обработки и анализа экспериментальных теплофизических и механических исследований криогенных машин, установок и приборов (*научные исследования*).

7. Владеть навыками эксплуатации и внедрения инновационных подходов для использования современных машин и аппаратов криогенной техники с обеспечением высокой эффективности их работы, экономической целесообразности, соблюдения правил охраны здоровья и экологической безопасности (*инженерная практика*).

8. Консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов промышленных и научно-производственных фирм и проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области криогенной техники (*инженерная практика*).

### **Универсальные компетенции.**

1. Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, переписки и документооборота; готовить презентации, делать доклады, писать статьи и отчеты на русском и иностранном языках.

2. Использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.

3. Использовать на практике умения и навыки в организации всех видов профессиональных работ, работать индивидуально и как член и руководитель коллектива, состоящего из специалистов различных областей и разного профессионального уровня.

4. Самостоятельно повышать свою квалификацию в течение всей жизни, проводить учебные занятия для учащихся разного уровня как

по криогенной технике, так и по физико-математическим дисциплинам.

**Структура учебного плана.** Учебный план состоит из четырех основных блоков: общенаучного, профессионального, практики и научно-исследовательской работы, итоговой квалификационной работы (защиты магистерской диссертации). Общенаучный и профессиональный блоки состоят из двух основных частей: базовой и вариативной, которая включает в себя дисциплины по выбору студентов.

№	Код	Название дисциплины	Число кредитов	Пререквизиты
	GS	<b>Общенаучный блок (GS)</b>	26	
	GSB	<i>Базовая часть (GSB)</i>	8	
1	GSB01	Иностранный язык	4	
2	GSB02	Методология научного познания	4	
	GS	<i>Вариативная часть (GSV)</i>	18	
3	GSV01	Основы предпринимательства	3	
4	GSV02	Методы подобия и математическое моделирование	3	PSB01, PSB02
5	GSV03S	Дисциплина по выбору № 1	6	
6	GSV04S	Дисциплина по выбору № 2	6	
	PS	<b>Профессиональный блок (PS)</b>	48	
	PSB	<i>Базовая часть (PSB)</i>	13	
7	PSB01	Специальные главы термодинамики криогенных систем	4	
8	PSB02	Математическое моделирование (часть 1)	4	
9	PSB03	Математическое моделирование (часть 2)	5	PSB01, PSB02
	(PSV)	<i>Вариативная часть (PSV)</i>	35	
10	PSV01	Расчет и проектирование криогенных машин, аппаратов и установок	9	PSB01
13	PSV02	Вычислительная гидро- и газодинамика, тепло- и массообмен	7	PSB01, PSB03, GSV02, PSV01
15	PSV03	Современные криогенные системы и установки	7	PSB01, PSB03, PSV01, PSV02
16	PSV05S	Дисциплина по выбору № 1	4	
17	PSV06S	Дисциплина по выбору № 2	4	
18	PSV07S	Дисциплина по выбору № 3	4	
	PR	<b>Практики и научно-исследовательская работа (PR)</b>	31	
19	SC01	<b>Окончательная аттестация</b> (защита магистерской диссертации)	15	

**Методы преподавания / обучения.** Студенты приобретают необходимые навыки посредством участия в семинарских занятиях и лабораторных работах, работы в группе и при выполнении мини-проектов и примерных расчетов, посещения экскурсий на предприятия и в научные центры, выступления на студенческих конференциях с демонстрацией презентаций, выполнения магистерской диссертации, посещения аудиторных занятий по конкретным дисциплинам. Электронные ресурсы также используются для повышения квалификационных навыков студентов.

Студенты изучают широкий спектр различных учебных материалов, таких как учебники, монографии, журналы, патенты, а также электронные источники и веб-ссылки.

**Методы оценки.** Навыки студентов оцениваются по результатам экзаменов, тестирования, лабораторных исследований, расчетного задания, презентации доклада на конференции, эссе, мини-проекта, участия в работе проектной группы и защиты магистерской диссертации. Основным в оценке деятельности студента является его способность критически оценивать результаты различных видов деятельности, умение вести дискуссию, способность интерпретировать и использовать полученные результаты.

**Реализация программы. Критерии для приема на программу магистратуры.** Абитуриентами на магистерскую программу обучения “Криогенная техника и технология” могут быть как граждане РФ, так и иностранные граждане. Иностранцы поступают на обучение в рамках международных соглашений и договоров МГТУ им. Н.Э. Баумана с зарубежными университетами, институтами и компаниями. Для этого необходимо иметь степень или квалификацию бакалавра, предпочтительно в области низкотемпературной техники или другому направлению, например энергетического машиностроения, теплофизики, теплоэнергетики. Кроме бакалавров, к вступительным испытаниям могут быть допущены абитуриенты, имеющие диплом инженера.

Вступительные испытания проводятся в соответствии с государственными стандартами для подготовки бакалавров по направлению 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения”.

В качестве вступительного испытания используется экзамен по специальности. В экзаменационный билет входят четыре вопроса. Три общих вопроса по специальности, состоящие из разделов дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения”: “Научные основы криологии”, “Теория и расчет циклов криогенных систем”, “Основы теории теплообмена” и один вопрос по теме магистерской диссертации.

В настоящее время по программе обучается семь студентов.

**Ресурсы.** На кафедре “Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения” МГТУ им. Н.Э. Баумана в реализации магистерской программы участвуют восемь штатных преподавателей и десять преподавателей-совместителей.

Для практических занятий, выполнения научной работы и магистерской диссертации используются лаборатории как кафедры “Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения” МГТУ им. Н.Э. Баумана, так и российских и иностранных предприятий, специализирующихся в низкотемпературной технике.

**Магистерская диссертация.** Выполнение магистерской диссертации является заключительным этапом, подводящим итоги освоения образовательной программы магистра и служащим средством контроля приобретенных студентом знаний, умений и компетенций за весь период обучения в университете.

Целью выполнения магистерской диссертации является выявление и развитие творческого и исполнительского квалификационного потенциала выпускника, его способностей и наклонностей к конкретным видам научной, инженерной и организационно-управленческой деятельности, в первую очередь, развитие навыков самостоятельного решения комплексных инженерных задач.

Выполнение магистерской диссертации ориентировано на создание проекта или проведение исследований на уровне, предполагающем их практическое применение. В процессе публичной защиты магистерской диссертации обучающийся демонстрирует свои способности, опираясь на полученные знания, умения и сформулированные общекультурные и профессиональные компетенции.

Тема магистерской диссертации должна отвечать современным научным, научно-техническим и/или техническим требованиям, быть актуальной, максимально приближенной к решению реальных задач и содержать элементы поисковых исследований, ориентированных на достижение нового результата. Тема выдается с момента поступления в магистратуру. Она должна представлять собой самостоятельную и логически завершенную работу, связанную с решением задач вида деятельности, к которым готовится магистрант (научно-исследовательской, научно-педагогической, проектной, опытно-конструкторской, технологической и т.д.).

Источниками тематики магистерской диссертации могут служить: прямые заказы научных и производственных организаций, коммерческих фирм, специализирующихся в криогенной технике; научно-исследовательская тематика коллектива кафедры “Холодильная, криогенная техника и системы кондиционирования и жизнеобеспечения”

МГТУ им. Н.Э. Баумана; научные интересы, в том числе поисковые разработки руководителя магистра.

Магистерская диссертация должна состоять из следующих частей: постановка задачи исследования или разработки; анализ современного состояния рассматриваемого вопроса с обоснованием актуальности темы; расчетно-теоретические и/или экспериментальные исследования; обобщение полученных результатов и формулировка выводов и конкретных рекомендаций на их основе; обоснование эффективности предполагаемого результата магистерской диссертации.

***Заинтересованность абитуриентов и работодателей.*** Все студенты-магистры успешно продолжают учиться по этой программе. Никто из поступивших не прекратил обучение. Тематики магистерских диссертаций студентов-магистров связаны с непосредственной работой на промышленных предприятиях и в исследовательских центрах.

Программа имеет популярность среди абитуриентов. На первый курс в сентябре 2013 г. принято 13 студентов на бюджетную форму обучения.

Заинтересованность в подготовке студентов-магистров по программе “Криогенная техника и технологии” подтвердили в своих письмах в МГТУ им. Н.Э. Баумана предприятия ЦНИИ “Курс”, ОАО “Криогенмаш”, ОАО “Холодхиммаш”, ООО “Эр Ликид”, ВНИИ “Холодмаш-Холдинг”.

***Публикации о программе и выступления на конференциях.*** Первый вариант программы “Криогенная техника и технологии” был доложен в июле 2012 года на Второй международной конференции “Международное сотрудничество в инженерном образовании”, которая проходила в Санкт-Петербургском политехническом университете. Статья, посвященная данной магистерской программе, помещена в сборнике трудов конференции [4].

В журнале “Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия “Машиностроение” в 2012 г. была напечатана статья [5] о магистерской программе “Криогенная техника и технологии”. В статье описаны основные этапы создания программы и сравнение компетенций Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения” с основными европейскими компетенциями.

Окончательный вариант программы “Криогенная техника и технологии” был доложен на Международной конференции “Европейские подходы совершенствования инженерного образования”, которая происходила в МГТУ им. Н.Э. Баумана в июне 2013 г.

**Оценка программы сравнительно с EUR-ACE стандартами.**  
***Основные мероприятия по оценке программы.*** Основная работа по



оценке магистерской программы “Криогенная техника и технологии” проводилась во время визитов к основному партнеру — Каунасскому технологическому университету (сентябрь 2011 года и май 2012 года). Во время этих визитов проводилось знакомство с аналогичными магистерскими программами в области “Механика” и детальное обсуждение магистерской программы МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Первое общее обсуждение программы “Криогенная техника и технологии” было проведено на совещании участников проекта “ECDEAST — Разработка учебных программ, согласованных с европейской рамкой квалификаций и стандартами аккредитации европейских инженерных программ” в Университете имени Луциана Блага (г. Сибиу, Румыния) в октябре 2011 года. Основными замечаниями являлись большое число компетенций и расхождение числа кредитов по основным блокам учебного плана данной программы и европейских требований.

Работа в МГТУ им. Н.Э. Баумана над магистерской программой “Криогенная техника и технологии” была рассмотрена во время мониторинга проекта Национальным офисом ТЕМПУС РФ (декабрь 2011 года). Во время мониторинга были обсуждены следующие основные вопросы: достигнутые результаты; заинтересованность вуза в проекте; результативность стажировок и мобильностей; распространение результатов и наработок проекта в вузе и за его пределами; наличие механизмов обеспечения качества проекта; участие заинтересованных сторон; устойчивость и значимость результатов проекта.

Оценка программы была осуществлена во время визита в Университет прикладной науки и технологии (г. Висмар, Германия) (июнь 2012 года) и на конференции участников этого проекта в Санкт-Петербурге (июль 2012 года).

***Оценка программ международными экспертными комиссиями на соответствие стандартам EUR-ACE.*** Основная работа по оценке данной магистерской программы по сравнению с европейскими стандартами была проведена во время визита в МГТУ им. Н.Э. Баумана представителей международной экспертной комиссии. Перед визитом был выполнен отчет о самообследовании согласно присланной форме ENAEE.

Визит длился два дня. Во время визита участники экспертной комиссии ознакомились с основными направлениями работы кафедры “Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения”, с методическими документами, встретились с преподавателями и студентами-магистрами кафедры, выслушали доклад о трудоустройстве выпускников кафедры, посетили лаборатории и библиотеку.

***Предварительные выводы.*** Во время визита международной экспертной комиссии были сделаны следующие выводы и рекомендации.

1. В настоящее время семь студентов обучаются по данной программе, пять из которых имеют диплом специалиста, а двое — диплом бакалавра.

2. В отчет по самообследованию включены подробные описания модулей программы, за исключением программ практик, научной работы и магистерской диссертации.

3. Эти модули частично описаны в самой программе, но для них отсутствуют компетенции, которые приобретает студент в результате их изучения.

4. Оценка каждого модуля была описана достаточно кратко, и не совсем понятно, каким образом будут достигнуты компетентностные результаты обучения.

5. Университет имеет формальную процедуру обеспечения качества обучения по данной программе, которая гарантирует ежегодный анализ каждой учебной программы. Однако необходимы дополнительные процедуры для получения информации по обратной связи от студентов каждой отдельной программы с использованием специальных опросных листов или любого другого подходящего способа.

В целом международная экспертная комиссия отметила, что программа “Криогенная техника и технологии” имеет структуру, которая предусматривает возможность будущих изменений. Создание программы ориентировано большей частью на потребности российской промышленности. Документированные и устные обсуждения показали, что результаты обучения по данной программе согласуются по содержанию и уровню с требованиями европейской аккредитации EUR-ACE и с российскими федеральными стандартами.

**Заключение.** Созданная магистерская программа “Криогенная техника и технологии” является одной из первых магистерских программ МГТУ им. Н.Э. Баумана, которая соответствует требованиям как Федерального государственного образовательного стандарта, так и стандартам EUR-ACE. Опыт, полученный при создании этой программы, является очень важным для проектирования других магистерских программ в МГТУ им. Н.Э. Баумана и других российских университетах. Сделанные замечания по программе международной экспертной комиссии позволят улучшить качество программы. Совместная работа над проектом дала большой опыт российским университетам в методической работе, позволила наладить тесное сотрудничество между университетами-партнерами и европейскими организациями SEFI и ENAEE.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *A Framework for Qualifications of the European Higher Educational Area / Bologna Working Group on Qualification Frameworks.* Copenhagen: Ministry of Science, Technology and Innovation, 2005. 105 p.

2. *Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 141200 “Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения”*. Утвержден приказом Минобрнауки России от 17 сентября 2009 г. № 337 (постановление Правительства РФ от 30.12.2009 г. № 1136).
3. *Guidelines on engineering curriculum design aligned with the EQF and EUR Standarts* / O.V. Boev, A.A. Kriushova, E.S. Kulyukina, A.S. Surygin, I. Freeston, G. Heitmann, A.I. Chuchalin. Edited by O.V. Boev, N. Gruenwald and G. Heitmann. Tomsk: TPU publishing house, 2011. 60 p.
4. *Creating Master’s Program “Cryogenic Engineering and Technology” in Bauman MSTU on the basis of the federal state educational standard in the direction of training 141.200 “The Refrigerating, Cryogenic Technics and Life-support Systems” and according to the Bologna process (EQF) and European standards for the quality of engineering education (EUR-ACE)* / I.A. Arkharov, N.A. Lavrov, V.V. Shishov // *Proceedings of the II International Conference “International Cooperation in Engineering Education”*. Petersburg, Russia, 2–4 July 2012. P. 45–52.
5. *Создание магистерской программы “Криогенная техника и технологии” в МГТУ им. Н.Э. Баумана* // *Вестник МГТУ*. 2013. Спец. вып. № 1 “Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения”. С. 5–19.

## REFERENCES

- [1] A Framework for Qualifications of the European Higher Educational Area. *Proc. Bologna Working Group on Qualification Frameworks*. Copenhagen, Ministry of Science, Technology and Innovation, 2005. 105 p.
- [2] Order of the Russian Ministry of Education and Science of RF. *Ob utverzhenii Federal’nogo gosudarstvennogo obrazovatel’nogo standarta po napravleniyu podgotovki 141200 “Kholodil’naya, kriogennaya tekhnika i sistemy zhizneobespecheniya”* [On the approval of the Federal State Educational Standard in the direction of preparation 141200 “Refrigeration, Cryogenic and Life-Support Systems”]. Moscow, Order no. 337, dated 17 September 2009.
- [3] Boev O.V., Kriushova A.A., Kulyukina E.S., Surygin A.S., Freeston I., Heitmann G., Chuchalin A.I., Gruenwald N., eds. *Guidelines on engineering curriculum design aligned with the EQF and EUR Standards*. Tomsk, TPU Publishing House, 2011. 60 p.
- [4] Arkharov I.A., Lavrov N.A., Shishov V.V. *Creating Master Program “Cryogenic Engineering and Technology” in Bauman MSTU on the basis of the federal state educational standard in the direction of training 141.200 “The Refrigerating, Cryogenic Technics and Life-Support Systems” and according to the Bologna process (EQF) and European standards for the quality of engineering education (EUR-ACE)*. *Proc. of the II Int. Conf. “International Cooperation in Engineering Education”*, SPb, Russia, July 2–4, 2012, pp. 45–52.
- [5] Arkharov I.A., Lavrov N.A., Shishov V.V. *Creating Master Program “Cryogenic Engineering and Technology” in Bauman MSTU*. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Mashinostr., Spetsvyp. “Kholodil’naya i kriogennaya tekhnika, sistemy konditsionirovaniya i zhizneobespecheniya”* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Mech. Eng., Spec. Iss. “Refrigeration, cryogenics, air conditioning and life support systems”], 2013, iss. 8, pp. 15–19 (in Russ.).

Статья поступила в редакцию 15.07.2014

Лавров Николай Алексеевич — д-р техн. наук, доцент кафедры “Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 70 научных работ в области криогенной и холодильной техники.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Lavrov N.A. — Dr. Sci. (Eng.), assoc. professor of “Refrigeration, Cryogenic Engineering, Air Conditioning and Life Support Systems” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 70 publications in the field of cryogenic and refrigeration technologies.

Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Шишов Виктор Викторович — канд. техн. наук, доцент кафедры “Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 80 научных работ в области криогенной и холодильной техники.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Shishov V.V. — Cand. Sci. (Eng.), assoc. professor of “Refrigeration, Cryogenic Engineering, Air Conditioning and Life Support Systems” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 80 publications in the field of cryogenic and refrigeration technologies.

Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.