



УДК 378.147

DOI: 10.25559/SITITO.14.201801.293-303

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

А.В. Грезина, А.Г. Панасенко

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация

В статье обсуждается преподавание предмета «Физика» в Институте информационных технологий, математики и механики (ИИТММ) Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Рассматривается адаптация курса к новым условиям, связанным с переходом от подготовки специалистов к подготовке бакалавров, которые фактически требуют формирования целостной системы качеств выпускника в сжатые сроки. Качество выпускника вуза определяется степенью сформированности всей системы профессиональных, общепрофессиональных и общекультурных компетенций, отражающих приобретенные знания, умения и навыки, а также личностные качества выпускников. В курсе «Физика» решается задача формирования профессиональной компетенции ПК-2, которая раскрывается в способности понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, а также формируется общепрофессиональная компетенция ОПК-1, которая подразумевает способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой. Излагается содержание всех разделов физики: «Механики», «Электродинамики» и «Термодинамики и статистической физики» с учётом особенности их преподавания в ИИТММ. При выборе материала для разделов физики и определении уровня изложения принимается во внимание, в частности, что студенты к началу изучения физических дисциплин уже изучили в достаточном объёме необходимые разделы математики. Также учитывается предстоящая тематика выпускных работ и направления подготовки в магистратуре, где бакалавры могут продолжить образование. Обсуждается процесс формирования компетенций и проверки результатов сформированности всех уровней - знания, умения, владения. Рассматривается роль системы электронного обучения e-learning на всех этапах процесса. Основу системы образует виртуальная обучающая среда Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), для поддержания которой по всем разделам физики были разработаны электронные управляемые курсы.

Ключевые слова

Компетентностный подход; система электронного обучения e-learning; физика.

Об авторах:

Грезина Александра Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент, Институт информационных технологий, математики и механики, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (603950, Россия, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 23); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8448-4185>, aleksandra-grezina@yandex.ru

Панасенко Адольф Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Институт информационных технологий, математики и механики, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (603950, Россия, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 23); ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4148-9300>, A.G.Panasenko@yandex.ru

© Грезина А.В., Панасенко А.Г., 2018



USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS DURING EDUCATION OF BACHELORS

Alexandra V. Grezina, Adolf G. Panasenko

Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract

In article teaching the subject "Physics" at Institute of information technologies, mathematics and mechanics (IITMM) of N.I. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod is discussed. Adaptation of a course to the new conditions connected with transition from tutoring of specialists to tutoring of bachelors which actually demand formation in a short time of complete system of qualities of the graduate is considered. The quality of the university graduate is defined by degree of formation of all system of the professional, all-professional and common cultural competences reflecting the acquired knowledge, skills and also personal qualities of graduates. "Physics" is aware the problem of formation of professional competence PK-2 which reveals in ability to understand, improve and apply a modern mathematical apparatus is solved and also the all-professional competence OPK-1 which means ability to use basic knowledge of natural sciences, mathematics and informatics, the basic facts, concepts, the principles of the theories connected with applied mathematics is formed. The contents of all sections of all sections of physics are stated: "Mechanics", "Electrodynamics" and "Thermodynamics and statistical physics" taking into account feature of their teaching in IITMM. At the choice of material for sections of physics and determination of level of statement is taken into account, in particular, that students by the beginning of studying of physical disciplines have already studied necessary sections of mathematics in sufficient volume. Also the forthcoming scope of final works and the direction of preparation in a magistracy where bachelors can continue education is considered. Process of formation of competences and check of results of formation of all levels - knowledge, abilities, possession is discussed. The role of system of electronic learning (e-learning) at all stages of process is considered. The basis of system is formed by the virtual learning environment Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) for which maintenance according to all sections of physics the electronic operated courses have been developed.

Keywords

Competence approach; e-learning; physics.

Введение

Изменение структуры высшего образования в России после присоединения к Болонскому процессу и введение новых образовательных стандартов привело к необходимости изменения и образовательного процесса [1-9].

Если раньше основной целью преподавания было наполнение студента знаниями и развитие умения использовать их, причем, не было жесткой координации между различными учебными дисциплинами, то на нынешнем этапе роль координации существенно повышается. Качество выпускника вуза определяется степенью сформированности всей системы профессиональных, общепрофессиональных и общекультурных

компетенций, отражающих приобретенные знания, умения и навыки, а также личностные качества выпускников [10-15]. Каждая изучаемая дисциплина вносит свой вклад в формирование определенных компетенций. В курсе «Физика» решается задача формирования профессиональной компетенции ПК-2, которая раскрывается в способности понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат. При проверке сформированности компетенции студент должен знать математические методы, используемые для постановки и решения задач изучаемых разделов физики, уметь определять адекватный математический аппарат, необходимый для решения задач и владеть математическими методами, применяемыми



при постановке и решении задач. Также в этом курсе формируется общепрофессиональная компетенция ОПК-1, которая подразумевает способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой. В результате сформированности компетенции студент должен: знать понятия, основные законы и принципы, описывающие физические явления, а также следствия, вытекающие из этих законов и принципов, имеющие теоретическое и прикладное значение; уметь решать физические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным, решать физические задачи и проблемы, не аналогичные ранее изученным, но тесно примыкающие к ним, решать физические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности, решать физические задачи, которые требуют некоторого оригинального мышления, адекватно описывать физические явления, составлять и анализировать их математические модели с привлечением дополнительного учебного материала. Студент должен владеть представлениями о современном состоянии картины описания физических явлений, методами составления и исследования математических моделей и анализа результатов исследования. Здесь рассмотрим, как решается эта задача в Институте информационных технологий, математики и механики (ИИТММ). Прежде всего приходится учитывать, что переход на новые стандарты образования [1,16-17] сопровождается изменением сроков обучения. Если раньше на подготовку специалистов отводилось пять лет, то теперь на подготовку бакалавров, которые в основном должны иметь такую же фундаментальную подготовку, как и специалисты, отводится четыре года. Недостаток времени удается в значительной мере сгладить за счет специфики учебных планов, специализации ИИТММ и применения системы электронного обучения e-learning на всех этапах процесса обучения [18-27].

Особенности преподавания курса физики в ИИТММ

Институт информационных технологий, математики и механики готовит, в основном, специалистов по разработке и применению программного продукта. Необходимость в

подготовке специалистов такого направления высокой квалификации с течением времени только усиливается. Поэтому часы, отводимые на их специализацию, не могут уменьшаться. Сокращать приходится лишь часы, предназначенные для изучения предметов «классического» естественнонаучного блока. Но и здесь «экономия» часов за счет исключения некоторых разделов физики недопустима хотя бы потому, что значительная часть выпускников-бакалавров продолжают обучение в магистратуре, которое требует основательной предварительной подготовки.

Специализации студентов можно условно разделить на две группы: прикладная математика и информатика. Часы, выделяемые на изучение физики, у них могут существенно различаться. Чтобы скомпенсировать отрицательный эффект от различия во времени, выделяемого на блок физических дисциплин, при реализации проектного метода обучения формируются группы, выполняющие определенные проекты, таким образом, чтобы в них входили студенты обоих направлений. «Математики» имеют лучшую подготовку по аналитическим методам, а «информатики» лучше владеют информационными технологиями. Работая совместно над общими проблемами, они помогают друг другу повысить общий уровень профессиональной подготовки. Сохранить хороший уровень преподавания и освоения курса «Физика» помогает специфика реализации образовательной программы в ИИТММ. Прежде всего, следует отметить, что изучение разделов курса «Физика» начинается с 4-го семестра. К этому времени студенты приобретают значительный математический потенциал. Они изучали такие математические дисциплины как математический анализ, алгебра и геометрия, дифференциальные уравнения, начинают осваивать теорию функций комплексного переменного, теорию вероятностей. Все это позволяет в курсе «Физика» с самого начала активно использовать математические методы, излагать материал более емко и компактно.

На изучение всего курса «Физика» в учебном плане отводится три семестра с одинаковым распределением часов в неделю (2 часа лекции + 2 часа практики). Изучение физики начинается традиционно с дисциплины «Механика». В нее входят обычные для общего курса физики разделы: кинематика (кинематика точки, основные движения



твердого тела, плоское движение твердого тела, движение тела с одной неподвижной точкой, сложное движение твердого тела) и динамика (динамика материальных точек и, в частности, твердого тела). Кроме того, в силу особенности нашего института – значительная часть научных исследований посвящается проблеме поведения динамических систем: возникновения колебаний, их характера, устойчивости. Чтобы подготовить студентов к восприятию спецкурсов, посвященных этой проблеме, дисциплина «Механика» частично расширяется. В нее вводится раздел, посвященный «Аналитической механике». Он включает в себя принципы виртуальных перемещений, наименьшего действия Гамильтона, уравнения Лагранжа. В этом разделе естественно рассматривать и элементы «Специальной теории относительности», но на это фактически не остается времени. Здесь мы только касаемся этой тематики (преобразования Лоренца, некоторые непосредственные выводы из них), а приложение к электромагнитным полям изучается в дисциплине «Электродинамика».

Дисциплина «Электродинамика» мало отличается от традиционной. В нее входят разделы: электростатика (в вакууме, при наличии диэлектриков и проводников), постоянные токи, постоянное магнитное поле, квазистационарные токи, электромагнитные колебания. Заканчивается дисциплина изучением уравнений Максвелла и основных свойств электромагнитных волн. Учитывая важность для приложений в вычислительной технике особое внимание уделяется процессам перезарядки, которые влияют на быстродействие техники, а также намагничению (запись информации) и ЭДС индукции (при считывании информации). Кроме того, кратко рассматриваются полупроводники, формирование p-n переходов и их использование в вычислительной технике.

Наибольшие изменения по сравнению со стандартной программой произошли во второй части курса, которая стандартно называется «Термодинамика и молекулярная физика». Эти изменения даже отражаются в названии. Дисциплина называется «Термодинамика и статистическая физика». Изменение в названии отражает тот факт, что рассмотрение систем с большим числом степеней свободы рассматривается с единой позиции, учитывающей их специфику. В традиционных

курсах «Общей физики» эта специфика систем большой размерности осваивается на примере (во всяком случае, сначала) газов – это наглядный объект. Но это частный случай. Возникает проблема обобщения подхода на другие большие системы (например, электромагнитное излучение), для решения которой необходимо выделить дополнительное время, которое в нашей учебной программе отсутствует. Проблема частично решается за счет применения с самого начала общего статистического подхода (на основе курса «Статистической физики» Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица) – проигрываем в скорости развития интуиции, но выигрываем (за счет хорошей начальной математической подготовки студентов) в скорости обобщения. А именно, знание общих законов оберегает исследователей от ошибок, когда они выходят из привычной среды. Здесь кроме включения с самого начала в рассмотрение систем, объединенных огромным числом степеней свободы (кристаллы, аморфные тела, излучение), вводится новый подход к изучению материи, учитывающий ее корпускулярно-волновой дуализм, который является основой квантовой механики. Изучение квантовой механики частично еще продолжается в курсе «Физические основы вычислительной техники». Содержание дисциплины «Термодинамика и статистическая физика» в первой части близко к традиционному. Здесь рассматриваются основные законы: нулевой, первый, второй и теорема Нернста, а также следствия из них. Кроме физических выводов повышенное внимание уделяется математическим следствиям: существование функций состояния (внутренняя энергия и энтропия), введение термодинамических потенциалов, методы преобразования производных потенциалов второго порядка и т.д. Таким образом формируются навыки успешного применения математики, а в дальнейшем и вычислительной техники при решении практических задач естествознания.

Во второй части (Статистическая физика) вводится для изолированной системы микроскопическое распределение, на основании которого для подсистемы с фиксированным объемом и числом частиц получают распределение Гиббса, а затем и распределение Максвелла для скоростей молекул. В отличие от стандартных курсов «Общей физики» кроме классических распределений при



использованном подходе удается довольно простым способом получить и квантовые распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Последнее совершенно необходимо для понимания распределения носителей тока в полупроводниках и работы полупроводниковых приборов.

Таким образом, в рамках ограниченного временного ресурса удается поддерживать удовлетворительный уровень подготовки студентов по физике. Качество усвоения материала в значительной степени зависит от практической, самостоятельной работы студентов и от контроля усвоения материала.

Это обеспечивается в значительной степени применением системы электронного обучения e-learning, основу которой образует виртуальная обучающая среда Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Для поддержки курса и проверки сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций [1, 16-17] в рамках этой системы по каждому из разделов физики: механики, электродинамики и термодинамики (включая статистическую физику) были разработаны электронные управляемые курсы (ЭУК).

Излагаемый материал разбивается на темы, которые, как правило, рассматриваются в одной лекции. В лекции излагаются основные экспериментальные факты, формулируются законы. На простых примерах демонстрируется их применение. Для самостоятельной работы рекомендуется литература и список вопросов.

При формировании знаний и умений в рамках профессиональной компетенции ПК-2 (способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат) достаточно изучить основную литературу, формирование владений требует изучения дополнительной литературы.

Степень формирования компетенции оценивается по результатам тестирования. Тесты, предлагаемые после лекций, позволяют проверить приобретение знаний на первом этапе. Результаты тестирования сразу обрабатываются и выставляются системой на сайт с возможностью доступа к ним тестируемого студента и преподавателя, ведущего данный раздел курса. Студентам, получившим при тестировании результат менее 80%, предлагается пройти повторное тестирование. После чего результаты тестирования фиксируются и могут быть пересмотрены только во время промежуточной

аттестации (на экзамене или зачете).

Вопросы для самостоятельной работы относятся к проблемам, которые кратко освещаются в лекции и требуют большего обоснования для сделанных выводов. Например, в лекции рассматривался пример с простой геометрией, а делался вывод, не связанный с геометрическим упрощением, поэтому в самостоятельной работе следует рассмотреть примеры с более сложной геометрией. Если в лекции был сделан вывод, опирающийся на пример, относящийся к изотропным средам, то нужно рассмотреть возможность обобщения теории на анизотропные среды и т.д.

Тестирование результатов самостоятельной работы проводится по схеме аналогичной тестированию степени усвоения лекционного материала.

Результаты тестирования усредняются, причем результаты тестирования лекционного материала берутся с коэффициентом 1, а самостоятельной работы – с коэффициентом 2. Этот результат является окончательной оценкой сформированности компетенции ПК-2 по первой теме. Количественная оценка (в процентах) по всему материалу за семестр получается простым усреднением оценок, полученных по темам. Поэтапное формирование оценки отражается на сайте и доступно студентам и преподавателям.

По каждой из тем лекционной или самостоятельной работы в случае неудовлетворительных результатов тестирования студент может пройти дополнительное тестирование. Результаты дополнительного тестирования приводятся параллельно с основным. Они могут учитываться только на окончательном этапе. Автоматическое исправление текущей оценки облегчает работу преподавателя во время промежуточной аттестации.

На рисунке 1 представлен пример структуры лекционного занятия и теста для самостоятельной работы.

На практических занятиях, представленных так же, как и лекции в среде Moodle, формируются в рамках умений компетенция ПК-2. Сначала приводятся основные понятия, определения и законы, которые изучались на лекции. Затем подробно разбирается решение типовых задач по рассматриваемой теме, и предлагаются задачи для самостоятельного решения. Решенные задачи отправляются для проверки преподавателю. После проверки



преподаватель выставляет в системе студенту замечания с рекомендациями по исправлению ошибок. Ошибки должны быть устранены и присланы правильные решения.

Эта процедура может повторяться до тех пор, пока не будет получено правильное решение для всех задач. После этого студент получает доступ для прохождения теста по практическим занятиям. Так же, как и при изучении лекционного материала, студент имеет право на две попытки прохождения теста, по результатам которого система автоматически определяет степень сформированных умений по

компетенции по теме, а затем и по всему курсу.

На рисунке 2 представлена схема практического занятия, а рисунок 3 отражает процедуру прохождения теста.

Проверка сформированности владений по компетенции определяется на заключительном этапе изучения соответствующего раздела физики. К этому времени студенты определились с выбором научного направления и руководителя практики и будущей темы выпускной квалификационной работы. Получили от научного руководителя дополнительную литературу.

Физика. Электродинамика ДО

Лекция №1.

ФИЗ_

- Лекция 1. Электростатическое поле в вакууме
 - 1. Электрический заряд
 - 2. Закон Кулона
 - 3. Электрическое поле
 - 4. Геометрическое описание электрического поля
 - 5. Тесты для самостоятельной работы
 - 6. Список литературы



5. Тесты для самостоятельной работы

Вопрос 1

Закон сохранения заряда выполняется в ...

- любой системе
- консервативной системе
- в электрически изолированной системе

OK

Рисунок 1. Структура лекционного занятия и теста для самостоятельной работы

Тема 1



Лекция №1. Электромагнетизм



Практическое занятие 1. Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса

449.2Кбайт



Прислать решение задач по практике 1



Тест №1

Рисунок 2. Схема практического занятия

НАВИГАЦИЯ ПО ТЕСТУ

1 2 3 4 5 6 7 8 9

10

Пока нет ответа

Закончить попытку...

Начать новый просмотр

НАСТРОЙКИ

Физика. Электродинамика ДО

Вопрос 3

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Коэффициент пропорциональности k в законе Кулона ...

Выберите один ответ:

- а. одна из мировых
- б. величина, зависящая от выбора системы единиц
- в. ни от чего не зависящая

**Выполнить итоговый тест!!!**

Выделить правильный ответ (обвести или поставить +).
Прикрепить файл с решениями задач в тесте, где это требуется.

Резюме оценивания

Участники	4
Ответы	1
Требуют оценки	1
Последний срок сдачи	Четверг, 1 марта 2018, 14:00
Оставшееся время	Задание сдано
Поступившие представления	

Разрешено только для участников, которым было предоставлено продление срока.

[Просмотр/оценка всех ответов](#)

Состояние ответа

Номер попытки	Попытка 1.
Состояние ответа на задание	Ни одной попытки
Состояние оценивания	Не оценено
Последний срок сдачи	Четверг, 1 марта 2018, 14:00

Рисунок 3. Процедура прохождения теста

Лектор анализирует тематику работ и формирует группы с родственными по тематике интересами. Проект составов групп выкладывается на сайте с объяснением задачи - определить (как минимум) какие законы из изучаемого курса используются студентом при изучении явления, рассматриваемого в его предложенной научным руководителем дополнительной литературе, какими известными ему методами оно рассматривается, какие новые (для него) методы используются, что общего объединяет тематику его группы (найти максимальное число общих деталей). После формирования групп (с учетом согласия студентов) в течение одной недели студенты должны прислать результаты своих исследований, которые преподаватель проверяет и оценку выставляет на сайте. На этом этапе, так как он приходится на конец раздела, нет возможности у студента исправить свою оценку. Она появляется только на этапе промежуточной аттестации.

Таким образом, система Moodle в течение всего семестра поддерживает связь студента и преподавателя, исполняя роль виртуального тренажера (повторяет тестирование),

показывает текущий уровень обучения студента, что является дисциплинирующим фактором, выполняет роль объективного арбитра.

Система на начальном этапе, конечно, требует от преподавателя дополнительных временных затрат, но при эксплуатации существенно его разгружает, особенно на этапе промежуточной аттестации, так как полностью формирует портрет подготовленности студента. Необходима только незначительная корректировка.

Состав группы студентов, образованной для выяснения сформированности уровня «владеть» не является жестко регламентированным. Например, при изучении раздела «Механика» была сформирована группа, объединенная одной тематикой углубленного изучения колебаний [28-31], но после ознакомления с составами групп, студент, чья тематика касалась массопереноса [32], присоединился к выделенной группе. Сообращения здесь были не технические, а личного плана. Результат оказался прекрасным. Все студенты продемонстрировали хорошие владения материалом из самостоятельно рассмотренной области. Этот пример



показывает, что при формировании творческих групп следует учитывать и человеческий фактор. Эта особенность существенна для формирования общепрофессиональной компетенции, которая проверяется при личном контакте.

Заключение

Переход от подготовки специалистов к подготовке бакалавров без серьезного снижения уровня преподавания дисциплин естественно-научного цикла, как показывает опыт преподавания курса «Физика» в ИИТММ Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, возможен если рационально использовать рабочий учебный план, более тесно координировать преподавание различных дисциплин. Перенос преподавания математических дисциплин на начальные семестры обучения позволяет на старших курсах использовать активнее сформировавшиеся у студентов умения и

навыки.

Дополнительные возможности открывают современные информационные технологии. Опыт показал, что созданные в поддержку курса «Физика» электронные управляемые курсы на платформе Moodle способствуют успешному формированию у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Особенно успешно это прослеживается на начальном и базовом этапах формирования компетенций. На этих этапах система электронного обучения позволяет за счет активного контакта студент - преподаватель и непрерывного отображения степени усвоения изучаемого материала, существенно повысить качество обучения и разгрузить преподавателя. Система работает в режиме активно тренажера. Последний завершающий этап позволяет реализовать проектный подход при выполнении выпускных квалификационных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Захарова И.В., Кузенков О.А. Опыт реализаций требований образовательных и профессиональных стандартов в области ИКТ в российском образовании // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, № 3, Часть 1. С. 17-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27411971> (дата обращения: 20.02.18).
- [2] Petrova I., Zaripova V., Ishkina E., Militskaya S., Malikov A., Kurmishiev N., et al. Tuning Russia: Reference points for the design and delivery of degree programmes in information and communication technologies. Bilbao: University of Deusto, 2013. 198 p.
- [3] Karavayeva Y.V., Kovtun Y.N. Adapting the Tuning Programme Profiles to the Need of Russian Higher Education // Tuning Journal for Higher Education. 2013. Vol. 1, no 1. Pp. 187-202. DOI: [http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1\(1\)-2013pp187-202](http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1(1)-2013pp187-202)
- [4] Bedny A., Erushkina L., Kuzenkov O. Modernising educational programmes in ICT based on the Tuning methodology // Tuning Journal for Higher Education. 2014. Vol. 1, no. 2. Pp. 387-404. DOI: [http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1\(2\)-2014pp387-404](http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1(2)-2014pp387-404)
- [5] Кузенков О.А., Тихомиров В.В. Использование методологии «TUNING» при разработке национальных рамок компетенций в области ИКТ // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2013. № 9. С. 77-87. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23020512> (дата обращения: 20.02.18).
- [6] Using SEFI framework for modernization of requirements system for mathematical education in Russia / I. Zakharova [et al.] // Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 - Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016). 12-15 September 2016, Tampere, Finland. 15 p. URL: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/zakharova-using-sefi-framework-for-modernization-of-requirements-system-for-mathematical-education-155.pdf> (дата обращения: 20.02.18).
- [7] Modernization of math-related courses in engineering education in Russia based on best practices in European and Russian universities / I. Soldatenko [et al.] // Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 - Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016). 12-15 September 2016, Tampere, Finland. 16 p. URL: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/soldatenko-modernization-of-math-related-courses-in-engineering-education-in-russia-based-133.pdf> (дата обращения: 20.02.18).
- [8] Захарова И.В., Дудаков С.М., Солдатенко И.С. Проектирование образовательных программ в области ИКТ с учетом профессиональных стандартов // Инженерное образование. 2017. № 21. С. 140-144. URL: http://www.ac-raee.ru/files/io/m21/art_19.pdf (дата обращения: 20.02.18).
- [9] Бедный Б.И., Кузенков О.А. Интегрированные программы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации // Интеграция образования. 2017. Т. 21, № 4. С. 637-650. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.089.021.201704.637-650>
- [10] Goldstein H. Statistical information and the measurement of education outcomes (editorial) // Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society). 1992. Vol. 155, no. 3. Pp. 313-315. URL: <http://www.jstor.org/stable/2982887> <http://www.nica.ru/> (дата обращения: 20.02.18).
- [11] Gonzales H., Wangenaar R. Universities contribution to Bologna Process. An introduction. 2nd Edition. Bilbao: University of Deusto, 2008. 160 p.
- [12] Delamare F., Winterton J. What is competence? // Human Resource Development International. 2005. Vol. 8, issue 1. Pp. 27-46. DOI: <https://doi.org/10.1080/1367886042000338227>
- [13] Baartman L.K.J., Bastiaens T.J., Kirschner P.A., Cees P.M. van der Vleuten. Teachers' opinions on quality criteria for Competency



- Assessment Programs // Teaching and Teacher Education. 2007. Vol. 23, issue 6. Pp. 857-867. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.04.043>
- [14] *Alpers B.* Das SEFI Maths Working Group „Curriculum Framework Document“ und seine Realisierung in einem Mathematik-Curriculum für einen praxisorientierten Maschinenbaustudiengang. In: Hoppenbrock A., Biehler R., Hochmuth R., Rück HG. (eds) *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studiengangsphase. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik.* Springer Spektrum, Wiesbaden, 2016. Pp. 645–659. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-10261-6_40
- [15] *Дудаков С.М., Захарова И.В.* Мониторинг сформированности математических компетенций у студентов IT – специальностей // *Инженерное образование.* 2017. № 21. С. 90-95. URL: http://www.ac-raee.ru/files/io/m21/art_11.pdf (дата обращения: 20.02.18).
- [16] *Гергель В.П., Кузенков О.А.* Разработка самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов Нижегородского государственного университета в области информационно-коммуникационных технологий // *Школа будущего.* 2012. № 4. С. 100-105.
- [17] *Гузина Е.В., Кузенков О.А.* Образовательные стандарты Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Инновации в образовании.* 2014. № 3(4). С. 39-44.
- [18] *Sosnovsky S., Dietrich M., Andres E., Gogvadze G., Winterstein S., Libbrecht P., Siekmann J., Melis E.* Math-Bridge: Bridging the gaps in European remedial mathematics with technology-enhanced learning. 201. Pp. 437-451. DOI: 10.13140/2.1.1142.3367.
- [19] *Sosnovsky S.* Math-Bridge: Closing Gaps in European Remedial Mathematics with Technology-Enhanced Learning. In: Wassong T., Frischmeier D., Fischer P., Hochmuth R., Bender P. (eds) *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics.* Springer Spektrum, Wiesbaden, 2014. Pp. 437-451. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-03104-6_31
- [20] Representation for Interactive Exercises / G. Gogvadze // *Proceedings of the 16th Symposium, 8th International Conference. Held as Part of CICM '09 on Intelligent Computer Mathematics (Calculemus '09/MKM '09), Jacques Carette, Lucas Dixon, Claudio Sacerdoti Coen, and Stephen M. Watt (Eds.).* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. Pp. 294-309. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02614-0_25
- [21] *Басалин П.Д., Безрук К.В.* Архитектура оболочки гибридной системы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2012. № 8. С. 26-35.
- [22] *Басалин П.Д., Тимофеев А.Е.* Интерактивные формы обучения компьютерным наукам // *Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе: материалы Междунар. науч.-метод. конф. (16-17 мая 2017 г.)* / науч. ред. Е.К. Хеннер. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. С. 4-8. URL: <https://elis.psu.ru/node/425200> (дата обращения: 20.02.18).
- [23] *Басалин П.Д., Кумагина Е.А., Неймарк Е.А., Тимофеев А.Е., Фомина И.А., Чернышова Н.Н.* ИТ-образование с применением интеллектуальной обучающей среды // *Современные информационные технологии и ИТ-образование.* 2017. Т. 13, № 4. С. 105-111. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.4.384>
- [24] *Грезина А.В., Панасенко А.Г.* Изучение курса физики в институте информационных технологий, математики и механики ННГУ на базе системы электронного обучения // *Образовательные технологии и общество.* 2018. Т. 21. № 1. С. 487-493.
- [25] *Киселева Н.В.* Компьютерный комплекс по качественной теории дифференциальных уравнений для поддержки самостоятельной работы // *Образовательные технологии и общество.* 2018. Т. 21. № 1. С. 423-434.
- [26] *Медведева О.Н., Супонев Н.П., Солдатенко И.С., Захарова И.В., Язенин А.В.* Об электронной образовательной среде и системе оценки качества образовательной деятельности в Тверском государственном университете // *Образовательные технологии и общество.* 2014. Т.17, № 4. С. 610-624.
- [27] *Кузенков О.А., Кузенкова Г.В., Бирюков Р.С.* Разработка фонда оценочных средств с использованием пакета Mathbridge // *Образовательные технологии и общество.* 2016. Т. 19, № 4. С. 465-478.
- [28] *Грезина А.В., Комаров В.Н.* О гашении крутильных колебаний в одной механической системе // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Математическое моделирование. Оптимальное управление.* 2013. № 6(1). С. 185-188. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21141207> (дата обращения: 20.02.18).
- [29] *Igumnov L.A., Metrikin V.S., Grezina A.V., Panasenko A.G.* The effect of dry friction forces on the process of dielectric wafer grinding. *Vibroengineering Procedia 22, Dynamics of Strongly Nonlinear Systems.* Sep. "22nd International Conference on Vibroengineering". 2016. Pp. 501-505. URL: <https://www.jveejournals.com/article/17660> (дата обращения: 20.02.18).
- [30] *Киселева Н.В.* Фазовый портрет маятника под действием периодического момента // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Математическое моделирование. Оптимальное управление.* 2014. № 4-1. С. 306-310. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23006273> (дата обращения: 20.02.18).
- [31] *Киселева Н.В., Шишкин А.А.* О движениях маятника под действием периодического момента // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского.* 2011. № 3-2. С. 83-86. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17289583> (дата обращения: 20.02.18).
- [32] *Грезина А.В., Малышева И.В., Панасенко А.Г.* Численное моделирование распределения примеси и ее профилей в ограниченной среде // *Процессы в геосредах. Специальный выпуск: Избранные доклады научной конференции «Нелинейные колебания механических систем».* 2016. № 8. С. 10-14.

Поступила 20.01.2018; принята к публикации 20.02.2018; опубликована онлайн 30.03.2018.

REFERENCES

- [1] Zakharova I., Kuzenkov O. Experience in implementing the requirements of the educational and professional standarts in the field of ICT in Russian education. *Modern information technologies and IT-education.* 2016; 12(30)-1:17-31. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27411971> (accessed 20.02.18). (In Russian)



- [2] Petrova I., Zaripova V., Ishkina E., Militskaya S., Malikov A., Kurmishev N., et al. Tuning Russia: Reference points for the design and delivery of degree programmes in information and communication technologies. Bilbao: University of Deusto, 2013. 198 p.
- [3] Karavayeva Y.V., Kovtun Y.N. Adapting the Tuning Programme Profiles to the Need of Russian Higher Education. *Tuning Journal for Higher Education*. 2013; 1(1):187-202. DOI: [http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1\(1\)-2013pp187-202](http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1(1)-2013pp187-202)
- [4] Bedny A., Erushkina L., Kuzenkov O. Modernising educational programmes in ICT based on the Tuning methodology. *Tuning Journal for Higher Education*. 2014; 1(2):387-404. DOI: [http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1\(2\)-2014pp387-404](http://dx.doi.org/10.18543/tjhe-1(2)-2014pp387-404)
- [5] Kuzenkov O.A., Tikhomirov V.V. Using the methodology of "TUNING" in the development of a national ICT competency framework. *Modern information technologies and IT-education*. 2013; 9:77-87. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23020512> (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [6] Zakharova I., Kuzenkov O., Soldatenko I., Yazenin A., Novikova S., Medvedeva S., Chukhnov A. Using SEFI framework for modernization of requirements system for mathematical education in Russia. *Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 - Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016)*. 12-15 September 2016, Tampere, Finland. 15 p. Available at: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/zakharova-using-sefi-framework-for-modernization-of-requirements-system-for-mathematical-education-155.pdf> (accessed 20.02.18).
- [7] Soldatenko I., Kuzenkov O., Zakharova I., Balandin D., Biryukov R., Kuzenkova G., Yazenin A., Novikova S. Modernization of math-related courses in engineering education in Russia based on best practices in European and Russian universities. *Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 - Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016)*. 12-15 September 2016, Tampere, Finland. 16 p. Available at: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/soldatenko-modernization-of-math-related-courses-in-engineering-education-in-russia-based-133.pdf> (accessed 20.02.18).
- [8] Zakharova I.V., Dudakov S.M., Soldatenko I.S. Designing educational programs in the field of ICT taking into account professional standards. *Engineering Education*. 2017; 21:140-144. Available at: http://www.ac-rae.ru/files/io/m21/art_19.pdf (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [9] Bednyi B.I., Kuzenkov O.A. Integrated programmes for master's degree and PhD students. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*. 2017; 21(4):637-650. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.089.021.201704.637-650>
- [10] Goldstein H. Statistical information and the measurement of education outcomes (editorial). *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*. 1992; 155(3):313-315. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2982887> (accessed 20.02.18).
- [11] Gonzales H., Wangenaar R. Universities contribution to Bologna Process. An introduction. 2nd Edition. Bilbao: University of Deusto, 2008. 160 p.
- [12] Delamare F., Winterton J. What is competence? *Human Resource Development International*. 2005; 8(1):27-46. DOI: <https://doi.org/10.1080/1367886042000338227>
- [13] Baartman L.K.J., Bastiaens T.J., Kirschner P.A., Cees P.M. van der Vleuten. Teachers' opinions on quality criteria for Competency Assessment Programs. *Teaching and Teacher Education*. 2007; 23(6):857-867. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.04.043>
- [14] Alpers B. Das SEFI Maths Working Group „Curriculum Framework Document“ und seine Realisierung in einem Mathematik-Curriculum für einen praxisorientierten Maschinenbaustudiengang. In: Hoppenbrock A., Biehler R., Hochmuth R., Rück HG. (eds) *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik*. Springer Spektrum, Wiesbaden, 2016. Pp. 645–659. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-10261-6_40
- [15] Dudakov S.M., Zakharova I.V. Monitoring the formation of mathematical competences in students of IT-specialties. *Engineering education*. 2017; 21:90-95. Available at: http://www.ac-rae.ru/files/io/m21/art_11.pdf (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [16] Gergel V.P., Kuzenkov O.A. Development of independently established educational standards of Nizhny the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod in the field of information and communication technologies. *The School of the Future*. 2012; 4:100-105. (In Russian)
- [17] Gugina E.V., Kuzenkov O.A. Educational standards of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhny Novgorod. Series: Innovations in Education*. 2014; 3(4):39-44. (In Russian)
- [18] Sosnovsky S., Dietrich M., Andres E., Gogvadze G., Winterstein S., Libbrecht P., Siekmann J., Melis E. Math-Bridge: Bridging the gaps in European remedial mathematics with technology-enhanced learning. 201. Pp. 437-451. DOI: 10.13140/2.1.1142.3367.
- [19] Sosnovsky S. Math-Bridge: Closing Gaps in European Remedial Mathematics with Technology-Enhanced Learning. In: Wassong T., Frischmeier D., Fischer P., Hochmuth R., Bender P. (eds) *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics*. Springer Spektrum, Wiesbaden, 2014. Pp. 437-451. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-03104-6_31
- [20] Gogvadze G. Representation for Interactive Exercises. *Proceedings of the 16th Symposium, 8th International Conference*. Held as Part of CICM '09 on Intelligent Computer Mathematics (Calculemus '09/MKM '09), Jacques Carette, Lucas Dixon, Claudio Sacerdoti Coen, and Stephen M. Watt (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. Pp. 294-309. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02614-0_25
- [21] Basalin P.D., Bezruk K.V. Hybrid intellectual decision making support system architecture. *Journal Neurocomputers*. 2012; 8:26-35. (In Russian)
- [22] Basalin P.D., Timofeev A.E. Interactive forms of teaching computer sciences // Teaching mathematics and computer science in higher education: materials of the International. scientific-method. Conf. (May 16-17, 2017) / scientific. Ed. E.K. Henner. Perm: Perm. State. Nat. Issled. Univ., 2017. p. 4-8. (In Russian)
- [23] Basalin P.D., Kumagina E.A., Neumark E.A., Timofeev A.E., Fomina I.A., Chernyshova N.N. IT-education using intelligent learning environments. *Modern information technologies and IT-education*. 2017; 13(4):105-111. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.4.384>
- [24] Grezina A.V., Panasenko A.G. A course in physics at the Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics of the UNN on the basis of the e-learning system. *Educational Technology & Society*. 2018; 21(1):487-493. (In Russian)
- [25] Kiseleva N.V. Computer complex on the qualitative theory of differential equations to support independent work. *Educational Technology & Society*. 2018; 21(1):423-434. (In Russian)
- [26] Medvedeva O.N., Suponev N.P., Soldatenko I.S., Zakharova I.V., Yazenin A.V. On the electronic educational environment and the



- system for assessing the quality of educational activities in the Tver State University. *Educational Technology & Society*. 2014; 17(4):610-624. (In Russian)
- [27] Kuzenkov O.A., Kuzenkova G.V., Biryukov R.S. Development of a fund of evaluation tools using the Mathbridge package. *Educational Technology & Society*. 2016; 19(4):465-478. (In Russian)
- [28] Grezina A.V., Komarov V.N. On torsional vibration absorption in one mechanical system. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Series: Math modeling. Optimal control*. 2013; 6(1):185-188. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21141207> (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [29] Igumnov L.A., Metrikin V.S., Grezina A.V., Panasenko A.G. The effect of dry friction forces on the process of dielectric wafer grinding. *Vibroengineering Procedia 22, Dynamics of Strongly Nonlinear Systems. "22nd International Conference on Vibroengineering"*. 2016. Pp. 501-505. Available at: <https://www.jvejournal.com/article/17660> (accessed 20.02.18).
- [30] Kiselyova N.V. Pendulum phase portrait under the action of a periodic moment. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Series: Math modeling. Optimal control*. 2014; 4-1:306-310. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23006273> (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [31] Kiselyova N.V., Shishkin A.A. On pendulum motion under the influence of a periodic moment. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Series: Math modeling. Optimal control*. 2011; 3-2:83-86. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17289583> (accessed 20.02.18). (In Russian)
- [32] Grezina A.V., Malysheva I.V., Panasenko A.G. Numerical modeling of the distribution and profiles of the impurity in a restricted environment. *Processes in Geo-environments. Special issue: Selected reports of the scientific conference "Nonlinear oscillations of mechanical systems"*. 2016; 8:10-14. (In Russian)

Submitted 20.01.2018; Revised 20.02.2018; Published 30.03.2018.

About the authors:

Alexandra V. Grezina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod (23 Gagarin Av., Nizhny Novgorod 603950, Russia); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8448-4185>, aleksandra-grezina@yandex.ru

Adolf G. Panasenko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of Information Technology, Mathematics and Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod (23 Gagarin Av., Nizhny Novgorod 603950, Russia); ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4148-9300>, A.G.Panasenko@yandex.ru



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (CC BY 4.0).