

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378

Богомолова Елена Петровна

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Национального исследовательского университета «МЭИ», Москва (РФ).

E-mail: boger@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И КАЧЕСТВО МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Аннотация. Цель публикации – обсуждение содержания существующих в высшей школе образовательных программ по математическим дисциплинам и проблем преподавания математики при подготовке специалистов инженерных направлений.

Деятельностную и компетентностную основы математического образования инженеров невозможно усилить, находясь в жестких рамках консервативных академических программ по математике, которые не соответствуют целям и задачам современной профессиональной подготовки. Они удовлетворяют требованиям образовательных стандартов лишь по форме, а в реальности копируют традиционное обучение, характерное для прошлого века. Отсутствие четких рекомендаций по реконструкции действовавших десятилетиями привычных для преподавателей математических кафедр учебных планов приводит лишь к формальному механическому сокращению часов, отводимых на изучение требуемых разделов и тем.

Методы, использовавшиеся в работе, – анализ, обобщение, письменный анонимный опрос студентов.

Результаты и научная новизна. На основе анализа как существующих программ и результатов их усвоения, так и самого процесса преподавания математики в целом автор приходит к выводу о необходимости построения программ математических дисциплин на новых практических принципах, которые дополняют перечень основных дидактических положений высшего образования и помогут определить и предпринять конкретные действия по преобразованию программ по существу. В качестве таких новых принципов отбора содержания математической подготовки предлагаются принципы лакунарно-

сти, надежности, минимализма, избирательности и ИКТ-сопровождения. Методами реализации этих принципов могут стать анализ компетенций, анализ научных статей и диссертаций по группе научных специальностей, связанных с направлениями обучения, проведение аналогий, интервьюирование ключевых специалистов и преподавателей, экспертные оценки, формализация требований и др. Описанная в статье перестройка программ по математике направлена на развитие у студентов технического университета логического и алгоритмического мышления, воспитание у них прикладной математической культуры, формирование интуиции и эрудиции в вопросах применения математики.

Практическая значимость. Материалы статьи могут быть полезны руководителям и методистам математических кафедр технических университетов, разработчикам новых программ по математике и образовательных стандартов по инженерным направлениям подготовки.

Ключевые слова: программа по математике, инженерное образование, дидактические принципы, концепция развития математического образования.

DOI: 10.17853/1994-5639-2016-1-34-50

Bogomolova Yelena P.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow (RF).

E-mail: bogep@yandex.ru

FORMATION PROGRAM IN MATHEMATICS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY AND THE QUALITY OF KNOWLEDGE

Abstract. *The aim* of the study is to discuss the maintenance of the educational programs for mathematical disciplines existing at the higher school and problems of teaching mathematics at training of specialists of the engineering directions.

Activity and competence basis of mathematical education of engineers can not be increased within a tough part of the conservative academic programs in mathematics. Program in mathematics for undergraduate engineering training areas do not meet the needs of engineering professional education. They meet the requirements of educational standards only in form, but in fact, are copies of traditional academic programs of the last century. Absence of accurate recommendations about reconstruction of mathematical chairs of curricula, operating decades habitual for teachers, leads only to formal mechanical reduction of the hours which are taken away on studying of the demanded sections and subjects.

Methods. The methods involve analysis, generalization, and written anonymous survey among students.

Results and scientific novelty. Analysis of existing programs, the results of their assimilation, and the teaching of mathematics in general leads to the need to put forward new real principles of the program of mathematical disciplines. As such new principles of selection of the content of mathematical preparation the principles of lacunarity, reliability, minimalism, selectivity and ICT-support are offered. The methods of realization of these principles are the following: analysis of competences, analysis of scientific articles and theses on group of the scientific specialties connected with the directions of training, carrying out analogies, interviewing of key experts and teachers, expert estimates, formalization of requirements, etc. Restructuring of mathematics programs is designed to develop logical and algorithmic thinking of engineering students; to cultivate an applied mathematical culture; formation of insight and erudition in mathematics application.

Practical significance. Research implications may be useful to managers and training specialists of Mathematical Departments of technical universities, program builders in mathematics and educational standards in engineering fields.

Keywords: program in mathematics, engineering education, didactic principles, the concept of mathematical education development.

DOI: 10.17853/1994-5639-2016-1-34-50

Компетентностный подход, заложенный в основу постоянно обновляющихся стандартов высшего образования и в программу каждой дисциплины, обуславливает изменение как количества, так и качества требований, предъявляемых к выпускнику технического университета. Но высота, обобщенность и абстрактность сформулированных в стандартах целей и задач (например, обладать: «способностью владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1); ... способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10)» [31, с. 4]) слишком далеки от непосредственного содержания изучаемых студентами разделов науки и техники, в том числе и от содержания дисциплины «Математика». Расплывчатые и общие установки, встречающиеся в преамбулах рекомендованных примерных учебных программ математических курсов, трудно разложить на конкретные подзадачи и тем более на действия. Отсутствие четких рекомендаций по реконструкции действовавших десятилетиями академических программ, порожденное туманностью задач, поставленных перед сегодняшними преподавателями математики, приводит лишь к формальному механическому сокращению часов, отводимых на изучение всех разделов и тем.

Задачи обучения не прояснены и по сей день, т. е. после пяти лет практического повсеместного использования новых программ. Даже те вузовские математики, которые с некоторой долей позитивизма восприняли рухнувшие на высшее образование перемены, так и не поняли, чему же нужно учить студентов в новых условиях и как умение вычислять производные и интегралы может помочь росту конкурентоспособности дипломированного бакалавра. Поэтому преподаватели, как наиболее консервативная часть научно-образовательного сообщества, не уяснив сущность новых стандартов [3], по инерции продолжают обучать по-старому. При этом под воздействием внешних принуждающих факторов они интерпретируют свои старые методики, используя новую образовательную терминологию и не меняя ничего по существу. Сопротивление инновациям наблюдается не только в школе [12], но и в университетах. Давно устаревшие образцы образовательной деятельности продолжают воспроизводиться не только в огромной массе учебников, но и в повседневной практике преподавателей [23]; проблемное обучение как основа для определения содержания математических курсов используется крайне редко. Весь материал старого специалитета втиснут в рамки новых расписаний (вдвое меньших, чем ранее), следствием чего является обучение в стиле «галопом по Европам». Сокращение часов зачастую сопровождается заменой экзамена на зачет, что приводит к естественной потере большей части студентов прагматического интереса к изучению теоретического материала. К этому добавилось и ощутимое ослабление когнитивных качеств студентов в целом [6, 7] и по отношению к математике в частности. В ситуации когнитивной инфантильности даже самые усердные студенты не получают в результате обучения ни требуемых умений и навыков, ни, что очевидно, сформированных компетенций. Для современной молодежи учиться – это каким-то способом сдать тесты, зачеты и экзамены, не задумываясь о том, чему, зачем и как они обучаются. Отсюда – невнимание к предмету изучения, нежелание что-либо понимать и запоминать.

Приведу один пример. Понятие базиса линейного пространства изучается в курсе математики в первом семестре и применяется как в последующем курсе математики, так и в смежных дисциплинах. Для того чтобы узнать, как понятие базиса закрепилось в сознании студентов и с какими объектами оно ассоциируется, в Национальном исследовательском университете «МЭИ» (НИУ «МЭИ») был проведен письменный анонимный опрос в нескольких студенческих группах второго и четвертого семестров обучения. Результаты опроса помогли укрепиться в уверенности, что перемены в преподавании математики необходимы. Определения базиса **не дал никто**. 27% первокурсников и 7% второкурсников

правильно передали лишь общий смысл термина. У 18% первокурсников и 14% второкурсников в объяснениях встречались слова, относящиеся к определению базиса (это говорит о том, что они пытались механически заучивать определение), 42% опрошенных продемонстрировали либо полное незнание, либо полное непонимание этого термина, либо (что еще хуже) ложные ассоциации. Вывод напрашивается сам собой: о выживаемости математических знаний даже не стоит говорить, поскольку знаний как таковых изначально не было. И здесь нельзя ссылаться на плохую школьную подготовку студентов (у всех опрошенных было от 60 до 80 баллов ЕГЭ по математике), на непрестижность будущей профессии (направления подготовки относятся к перспективным областям энергетики), на нежелание учиться (большая часть студентов НИУ «МЭИ» достаточно высоко мотивирована). В такое удручающее положение студентов поставили именно мы – преподаватели математики, за прошедшие годы так и не сумевшие понять, для чего же действительно нужна математика инженерам-бакалаврам и сколько этой математики им нужно.

Весь опыт преподавания, имеющий корни в советском образовательном пространстве, заставляет нас в отношении математических знаний инженеров применять олимпийский лозунг: «Citius, Altius, Fortius!» (быстрее, выше, сильнее). У нас сформировалось ложное ощущение того, что мы можем и должны насытить студентов математическими терминами, доказав им побольше важных и не очень важных теорем. Следует только максимально спрессовать информацию, сопроводить ее электронными образовательными ресурсами [5] и в спринтерском темпе вложить ее в студенческие умы. Тогда уж точно наши бакалавры станут конкурентоспособными, расширят свой математический кругозор, повысят математическую грамотность и будут уметь решать свои профессиональные задачи на высоком математическом уровне с применением новейших вычислительных математических пакетов [30]. Студенты же, сопротивляясь нашему напору и лавинообразному потоку разнородной (важной, с точки зрения преподавателей, но не студентов) информации, просто отключают свой мыслительный процесс.

Математика не является профильной дисциплиной в техническом университете. Но ее базовое значение для успешности будущего инженера не подвергается сомнению. А поэтому программы по математике, как и в «безкомпьютерном» XX веке, перегружены техническими элементами и устаревшим содержанием, что и отмечено в новой концепции развития математического образования [16]. Роль формальных навыков преувеличена, обучение математике зачастую сводится к бездумному заучиванию устаревших рецептов. Неизученными остаются широко применяемые бо-

лее важные современные и универсальные методы. А введение в школьную программу дополнительных разделов математики [33] в ущерб глубине изучения материала привело к резкому ухудшению самого процесса обучения.

К настоящему времени качественно изменился рабочий аппарат инженерных наук, что сказалось на потребностях инженеров в математике. Аналитические вычисления «вручную» уступили место численным и аналитическим компьютерным расчетам. Это существенно сказывалось на сущностной основе математической подготовки инженеров. Важен стал и личностный фактор – ведь качественно изменился и современный студент: «... поменялись его восприятие и мышление, сознание и речь, система ценностных ориентаций, многие нормы и принципы поведения, потребностно-мотивационная и эмоционально-волевая сферы, пространство деятельности, структура отношений, возрастная стратификация...» [32, с. 11]. К тому же резко обострился конфликт традиционной установки на объяснительно-иллюстративный тип обучения, на трансляцию знаний и необходимости личностного роста в процессе обучения [27]. Существующая доктрина развития образования недостаточно конструктивна, образование не справляется со своими функциями [11].

Система математического образования начинает отставать от темпов развития общества, возникает потребность в ее реформировании. Сообразуясь с обстоятельствами, сейчас мы должны обеспечить будущему инженеру лишь тот минимальный объем математических знаний, который действительно потребуется ему в процессе дальнейшей учебы и работы. Так зачем же нашпиговывать этот минимум избыточной терминологией и теоремами, пусть и являющимися предметом гордости математиков, но абсолютно бесполезными для инженеров-практиков (бакалавров), и задачами, требующими высокой техники преобразований? От чего же следует избавить наших студентов и что, наоборот, нужно привнести во втузовскую математику?

Только небольшой процент высокоинтеллектуальных инженеров-исследователей сейчас нуждается в глубоких математических знаниях, позволяющих развивать перспективные передовые технологии. Остальные же представители инженерного корпуса по сути своей являются потребителями стандартного математического продукта, спрятанного в глубинах готовых инженерно-компьютерных разработок. Согласно исследованиям [28], «творческих» рабочих мест в экономике не более 30%, а готовятся для них не менее 80% выпускников вузов, и половина из них изначально обречена на рабочие места с более низким статусом, чем их готовили в вузе. В таких условиях требовать, чтобы всякий инженер был хорошим математиком, сейчас невозможно и бессмысленно. Но сформировать у сту-

дентов основы прикладного математического мышления вполне реально. Заметим, что инженерам нужна особая математика, совсем иная, чем ученому-математику. Еще Д. Пойа и А. Пуанкаре писали о том, что инженеру нужны не формальные математические доказательства, а убедительные факты, правильно воспитывающие прикладную математическую интуицию, демонстрирующие причины и взаимосвязи явлений, развивающие известные способности ума [21, 24].

Проблема построения содержания учебной дисциплины «Математика» требует, прежде всего, обозначения ценностно-смысловых ориентиров, которые определяют направленность и результаты обучения [29]. Сейчас по традиции реализуются адаптационная модель, направленная на приспособление специалиста к условиям будущей работы, в результате чего математическое образование бакалавров постоянно отстает от запросов индустрии и науки. В работе Е. В. Прямиковой, например, прослежена динамика устаревания знаний, которая показывает неэффективность современной адаптационной модели обучения [22]. Деятельностную основу математического образования инженеров невозможно усилить, находясь в жестких рамках консервативных академических программ по математике.

Многие студенты хорошо осознают несовершенство существующих программ обучения. По данным Центра социологии образования РАО, доля тех студентов в технических вузах, кто считает, что знания, которые дает вуз по выбранной специальности, «поверхностны и неглубоки», составляет 23,3%, а тех, кто фиксирует «фрагментарность» знаний, связанных с выбранной специальностью, 39,3% [26, с. 30]. Думаю, что это мнение было сформировано в том числе и под влиянием устоявшихся методов преподавания математики. Ведь становится все очевиднее, что предметных знаний и навыков не достаточно для успешной профессиональной деятельности. Они отражают состояние дел и представления о профессиональной работе на момент обучения студента и почти не формируют готовность выпускника к системным изменениям и способность к эффективному самообучению. Актуальность отказа от сложившегося веками «догоняющего» образования и перехода к образованию, опережающему социально-экономическое развитие [11], становится все очевиднее. Содержание математического образования, в том числе и по причине устаревания теории, на которой основывалось такое образование [25], оказывается не соответствующим современным требуемым компетенциям.

Отбор и структурирование содержания дисциплины регламентируются системой известных дидактических принципов высшей школы [2]. Так, принцип научности требует адекватного отражения изучаемой действительности, формирования у студентов способов и приемов научного

мышления. Принцип доступности требует обоснованного ограничения задач обучения, объема и содержания учебной информации, учета уровня подготовленности студентов. Принцип связи теории с практикой предполагает взаимопроникновение математических понятий в технику, а инженерно-технических понятий – в математику. Особую важность имеют принципы фундаментальности и профессиональной направленности, системности и последовательности. Они непосредственно касаются существа вопросов отбора содержания образования, форм и методов обучения, хотя напрямую не могут регламентировать критерии отбора содержания математического образования в технических вузах, не дают механизмов своевременного обновления содержания учебных курсов. Поэтому есть потребность в расширении рамок регламентации понятийно-терминологического аппарата [17]. Для формирования содержания и построения программы по математике можно предложить принципы, дополняющие и уточняющие основные принципы дидактики высшей школы.

Принцип лакунарности (от лат. *lacuna* – углубление, впадина) – принцип, заключающийся в выделении объектов углубленного изучения, которые логически встроены в последовательно излагаемый общепринятый курс (предмет, дисциплину). Перед построением математического курса следует выделить математические объекты (понятия, свойства, методы и др.), которые являются основополагающими, но не для самой математики, а для будущей профессиональной деятельности инженера либо для изучения других учебных дисциплин. Профессионально значимые элементы математики следует изучать углубленно, остальные – менее подробно. При этом, естественно, не следует допускать фрагментарности.

Принцип надежности – принцип, требующий построить изложение так, чтобы важнейшие объекты изучения обретали множественные связи с другими объектами изучения. Важные и значимые для профессиональной подготовки инженера математические объекты следует перевести на уровень серьезного понимания. Надежность усвоения не может быть достигнута лишь многократным повторением одной и той же трактовки понятия. Надежности можно добиться, если рассматривать объект в различных ракурсах. Потребуется выделить время на установление взаимосвязи новых понятий с ранее изученными; решения различными методами и способами задач, связанных с изучаемым объектом; сравнительный анализ таких решений. Практические и лабораторные занятия должны связать между собой разносторонние подходы к одной и той же задаче, дать различные интерпретации и иллюстрации одного и того же объекта, свойства, метода.

Принцип избирательности – принцип выбора для изучения только тех объектов, без которых невозможно достижение конкретных целей

обучения. В рамках одного и того же раздела математики и даже одной темы для разных направлений подготовки инженеров интересны, важны и полезны различные математические объекты и понятия. Например, исследование устойчивости решений и знание поверхностей второго порядка актуальны для радиотехников и совсем не требуются теплоэнергетикам или электроэнергетикам. Избирательность означает вычленение нужных сущностных элементов дисциплины и игнорирование всего лишнего.

Принцип минимализма – принцип, требующий не перегружать, не утяжелять курс (дисциплину) редко используемыми терминами, понятиями, свойствами и методами, вводить только необходимые базовые элементы, составляющие принадлежность изучаемой науки или смежных дисциплин. Программы подготовки инженеров предназначены для будущих специалистов в технических областях, а не для будущих математиков. Выбрасывание лишних, затрудняющих понимание терминов, понятий и элементов, оправданная подмена строгих математических определений ясными и простыми объяснениями позволят студентам лучше осознать математическую абстракцию и связать ее с реальными физико-техническими объектами.

Принцип ИКТ-сопровождения – обязательное изучение математического объекта с помощью современных математических вычислительных пакетов. Последняя четверть века характеризуется взрывным ростом вычислительных компьютерных математических ресурсов. Объем, разнообразие и возможности математических вычислительных программ и пакетов растут и будут продолжать расти. Такими же быстрыми темпами увеличивается число специальных профессиональных инженерных вычислительных программ. Излагая математику для инженеров исключительно в русле академизма и без опоры на численные методы и готовые программные средства, мы напрямую тормозим развитие будущих инженеров. Студенты, которых мы учим, не обязаны владеть всеми аналитическими методами вычислений. Они обязаны освоить суть математических понятий, выучить определения и свойства основных математических объектов, знать способы вычисления, а также сильные и слабые стороны каждого из методов решений [10, 18]. Уже трудно оспорить тезис о том, что формирование большинства компетенций осуществляется не в рамках отдельных учебных дисциплин [13], а при изучении комплекса дисциплин, поэтому при преподавании математики опора на информатику особенно актуальна. Так, например, исследование К. Ж. Аганиной и К. У. Телекбаевой подтверждает, что целенаправленное использование компьютерного практикума повышает как уровень математических знаний, так и качество общего интегративного мышления студента [1].

Теперь перечислим методы, позволяющие реализовать на практике указанные принципы. Это анализ компетенций, анализ научных статей и диссертаций по группе научных специальностей, связанных с направлениями обучения, проведение аналогий, интервьюирование ключевых специалистов и преподавателей, экспертные оценки, формализация требований. Весьма эффективны, с нашей точки зрения, выделение и анализ содержания и весомости математической компоненты в дипломных работах бакалавров-инженеров, в диссертациях магистров, кандидатов и докторов наук; в современных учебниках по специальным и естественнонаучным дисциплинам; в существующих и появляющихся инженерных компьютерных программах, в основных научных статьях по инженерным специальностям. Без сомнения, любой квалифицированный математик даже по виду представленных формул и формулировок поймет, какой математический аппарат и в каком объеме использован во всех перечисленных источниках. Качество работы обеспечит информационный анализ доступных технических документов, а также результатов интервьюирования независимых экспертов. После классификации и систематизации данных, их декомпозиции и композиции следует, как обычно, построить диаграммы связей. Затем сформировать перечень математических понятий, методов и алгоритмов, на которых базируются решения профессиональных задач и профессиональная подготовка студентов конкретного инженерного направления.

Может случиться так, что некоторый важный для инженера объект в рамках математики не является интересным, ценным или уникальным. Тем не менее на такой математический объект стоит отвести больше часов лекций, практических занятий и лабораторных работ. Ведь студенты должны хорошо знать все те свойства изучаемого математического объекта, которые необходимы для решения реально встречающихся задач. Менее значимые для профессиональной деятельности выпускника элементы математического курса следует излагать не так долго и подробно (или по возможности поместить их в элективный курс). Время на изучение каждого математического объекта нужно выделять не пропорционально весу этого объекта в математике, а пропорционально его значимости для будущей профессии и обучения бакалавра.

Предлагаемые методы и алгоритмы решения типовых задач достаточно иллюстрировать простыми и легко воспроизводимыми примерами [8]. Необходимо четко описать круг и уровень сложности задач, которые студент должен уметь решать «вручную», а также круг задач, для решения которых он должен уметь применять математические вычислительные пакеты [14]. Каждое математическое понятие, утверждение или способ

вычисления следует приводить, только если есть уверенность в его важности для образования будущего инженера. Везде, где это оправдано, трудоемкие вычислительные алгоритмы «ручного режима» надо переадресовать компьютеру [19, 20]. Но при этом не уповать исключительно на электронные ресурсы [4, 9].

Также там, где это не может привести к фундаментальным ошибкам, требуется ослабить уровень «строгости» доказательств. Выбрасывание лишних, затрудняющих понимание терминов, понятий и элементов, оправданная частичная подмена строгих математических формулировок ясными простыми объяснениями позволит выстроить целостный математический курс для фундаментальной подготовки инженера. Надо поставить себе цель – обучить (качественно, а не поверхностно) студентов лишь фундаментальным основам традиционных для вузов разделов математики и по возможности наикратчайшим путем прийти к действительно необходимым современным инженерам математическим знаниям [15].

В этом случае у преподавателей математики в техническом университете появится реальная возможность выполнить основные задачи обучения. А именно: снабдить студента минимальным математическим аппаратом, требующимся при изучении специальных дисциплин; разъяснить по возможности строго те математические основы, на которых зиждутся исследовательский и вычислительный процессы; заложить базовые умения применения комплексного метода постановки и решения задачи, приучить студента проверять и анализировать полученный результат и указать средства такой проверки. И главное – развить у будущих инженеров логическое и алгоритмическое мышление, воспитать у них прикладную математическую культуру, необходимые интуицию и эрудицию в вопросах применения математики.

А кто же тогда будет делать математические открытия в инженерных науках? Ответ очень прост. Либо профессиональные математики, глубоко изучившие практические аспекты приложения своих теорий, либо профессиональные инженеры, получившие второе, математическое, образование. А, вероятнее всего, это традиционно будут целые научные коллективы, как того и требуют современные условия развития науки и техники.

*Статья рекомендована к публикации
д-ром пед. наук, проф. Ф. Т. Хаматнуровым*

Литература

1. Аганина К. Ж., Телекбаева К. У. Интеграция математических дисциплин в процессе подготовки инженерно-технических специальностей // Образование и наука. 2012. № 3 (92). С. 123–132.

2. Архангельский С. И. Лекции по теории обучения в высшей школе. Москва: Высшая школа, 1984. 384 с.
3. Боровских А., Попов Л., Розов Н. Что такое стандарт и что такое «не-стандарт»? // Педагогика. 2013. № 2. С. 45–57.
4. Богомолова Е. П. Сетевые образовательные математические ресурсы // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО – 2012, Москва, 10–11 апреля 2012 г. Москва: МЭИ, 2012. С. 423–424.
5. Богомолова Е. П. Презентационные лекции по дисциплинам естественно-научного цикла: практика и теория // Открытое образование. 2014. № 4. С. 53–61.
6. Богомолова Е. П. Диагноз: математически малограмотный // Математика в школе. 2014. № 4. С. 3–9.
7. Богомолова Е. П. От математической малограмотности к математическим компетенциям // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. 2015. № 3. С. 3–20.
8. Богомолова Е. П., Бараненков А. И., Петрушко И. М. Сборник задач и типовых расчетов по общему и специальным курсам высшей математики: учебное пособие. С.-Петербург: Лань, 2015. 464 с.
9. Богомолова Е. П., Максимова О. В. Анализ методами математической статистики влияния интернет-поддержки на процесс обучения математике во вузе // Информационно-технологическое обеспечение образовательного процесса современного университета [Электрон. ресурс]: сборник докладов Международной интернет-конференции, Минск, 1–30 нояб. 2013 г. Минск: БГУ, 2014. С. 273–286. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/89685> (дата обращения: 20.11.2015).
10. Богомолова Е. П., Очков В. Ф., Хейнлоо М. Решатели, или великолепная семерка MATHCAD // Открытое образование. 2015. № 3. С. 37–50.
11. Загвязинский В. И. Стратегические ориентиры развития отечественного образования и пути их реализации // Инновационные проекты и программы в образовании. 2013. Т. 2. С. 3–8.
12. Загвязинский В. И., Строкова Т. А. Сопровождение инновациям: сущность, способы профилактики и преодоления // Образование и наука. 2014. № 3 (112). С. 3–21.
13. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Компетентностный подход как фактор реализации инновационного образования // Образование и наука. 2011. № 8 (87). С. 3–14.
14. Зимина О. В., Кириллов А. И. Практические занятия по высшей математике с использованием мобильного доступа к математическому серверу МЭИ. Москва: МЭИ, 2011. 222 с.
15. Кудрявцев А. Я. О принципе профессиональной направленности // Советская педагогика. 1981. № 8. С. 100–106.
16. Концепция развития математического образования в Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 2506-р г. Москва // Российская газета [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (дата обращения 01.12.2015).

17. Лурье А. И. Какой быть научно-педагогической периодике? // Образование и наука. 2013. № 1. С. 117–135.
18. Очков В. Ф., Богомолова Е. П., Иванов Д. А., Писачич К. Движения планет: расчет и визуализация в среде Mathcad, или часы Кеплера // Cloud of Science. 2015. Т. 2. № 2. С. 177–215.
19. Плис А. И., Сливина Н. А. Mathcad. Математический практикум. Москва: Финансы и статистика, 2003. 656 с.
20. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. Москва: Наука, 1975. 463 с.
21. Прокопьев В. П. О роли математики для подготовки кадров в инновационной экономике // Образование и наука. 2011. № 9 (88). С. 60–68.
22. Прямикова Е. В. Инертность системы образования: миф или реальность // Образование и наука. 2011. № 2 (81). С. 53–63.
23. Пуанкаре А. О науке. Москва: Наука, 1983. 560 с.
24. Сериков В. В. Идея, замысел и гипотеза в педагогическом исследовании // Образование и наука. 2010. № 10 (78). С. 30–41.
25. Собкин В. С., Ткаченко О. В. Студент педагогического вуза: жизненные и профессиональные перспективы. Труды по социологии образования. Т. XI–XII, вып. XXI. Москва: Центр социологии образования РАО, 2007. 200 с.
26. Тестов В. А. О понятии педагогической парадигмы // Образование и наука. 2012. № 9. С. 5–14.
27. Ткаченко Е. В., Смирнов И. П. Профессиональное образование: есть ли стратегия его развития? // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2013. № 5. С. 51–66.
28. Тряпицына А. П. Ценностно-смысловые ориентиры построения содержания дисциплины «Педагогика» // Письма в Эмиссия. Оффлайн. Электронное научное издание. 2009. ART 1339. Режим доступа: <http://www.emissia.org/offline/2009/1339.htm> (дата обращения: 08.12.2015).
29. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: архив файлов ФГОС ВПО [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv_new.htm (дата обращения: 08.12.2015).
30. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования. Архив файлов ФГОС ВПО 201000 Биотехнические системы и технологии [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_09/prm806-1.pdf (дата обращения: 08.12.2015).
31. Фельдштейн Д. И. Проблемы качества психолого-педагогических диссертационных исследований и их соответствие современным научным знаниям и потребностям общества // Образование и наука. 2011. № 5. С. 3–27.
32. Чошанов М. А. Образование и национальная безопасность: системные ошибки в математическом образовании России и США // Образование и наука. 2013. № 8 (107). С. 14–31.
33. Ochkov V. F., Bogomolova E. P. Teaching Mathematics with Mathematical Software // Journal of Humanistic Mathematics. 2015. № 5 (1). P. 265–285. DOI: 10.5642 / jhummath. 201501.15. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol5/iss1/15> (дата обращения: 08.12.2015).

References

1. Aganina K. J., Telekbaeva K. U. Integracija matematicheskikh disciplin v processe podgotovki inzhenerno-tehnicheskikh special'nostej. [Integration of mathematical disciplines in the preparation of technical specialties]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2012. № 3 (92). P. 123–132. (In Russian)
2. Archangelsky S. I. Lekcii po teorii obuchenija v vysshej shkole. [Lectures on the theory of learning in higher education]. Moscow: Publishing House Vysshaja shkola. [Higher School]. 1984. 384 p. (In Russian)
3. Borovskikh A., Popov L., Rozov N. Chto takoe standart i chto takoe «ne-standart»? [What is the standard and that is «non-standard»?]. *Pedagogika. [Pedagogy]*. 2013. № 2. P. 45–57. (In Russian)
4. Bogomolova E. P. Setevye obrazovatel'nye matematicheskie resursy. [Network educational math resources]. *Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii «Informatizacija inzhenernogo obrazovanija» – INFORINO – 2012, Moskva, 10–11 aprelja 2012 g. [Proceedings of the International Scientific Conference «Informatization of Engineering Education» – INFORINO 2012 (Moscow, 10–11 April 2012)]*. Moscow: Publishing House MJeI, 2012. P. 423–424. (In Russian)
5. Bogomolova E. P. Prezentacionnye lekcii po disciplinam estestvenno-nauchnogo cikla: praktika i teorija. [Presentation lectures on the subjects of science cycle: the practice and theory]. *Otkrytoe obrazovanie. [Open Education]*. 2014. № 4. P. 53–61. (In Russian)
6. Bogomolova E. P. Diagnost: matematicheski malogramotnyj. [Diagnosis: mathematically illiterate]. *Matematika v shkole. [Mathematics at School]*. 2014. № 4. P. 3–9. (In Russian)
7. Bogomolova E. P. Ot matematicheskoy malogramotnosti k matematicheskim kompetencijam. [From the mathematical illiteracy to mathematical competencies]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 20: Pedagogicheskoe obrazovanie. [Bulletin of Moscow University. Series 20: Pedagogical Education]*. 2015. № 3. P. 3–20. (In Russian)
8. Bogomolova E. P., Baranenkov A. I., Petrushko I. M. Sbornik zadach i tipovyh raschetov po obshhemu i special'nym kursam vysshej matematiki. [Collection of problems and model calculations on the general and special courses of Mathematics]. S.-Peterburg: Publishing House Lan', 2015. 464 p. (In Russian)
9. Bogomolova E. P., Maksimova O. V. Analiz metodami matematicheskoy statistiki vlijanija internet – podderzhki na process obuchenija matematike vo vtuze. [Analysis of the methods of mathematical statistics the impact of the Internet – support the process of teaching mathematics in the technical colleges]. *Informacionno-tehnologicheskoe obespechenie obrazovatel'nogo processa sovremen-nogo universiteta. [Information-Technological Support of the Educational Process of Modern University]*. *Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj internet-konferencii, Minsk, 1–30 nojab. 2013 g. [Collected works of International Internet Conference. Minsk, 1–30 November, 2013]*. Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj universitet. [Belarusian State University]. 2014. P. 273–286. Available at: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/89685>. (In Russian)

10. Bogomolova E. P., Ochkov V. F., Heynloo M. Reshateli ili velikolepnaja semerka MATHCAD. [Solvers or The Magnificent Seven MATHCAD]. *Otkrytoe obrazovanie. [Open Education]*. 2015. № 3. P. 37–50. (In Russian)

11. Zagvyazinsky V. I.. Strategicheskie orientiry razvitija otechestvennogo obrazovanija i puti ih realizacii. [Strategic guidelines for the development of national education and ways to implement them]. *Innovacionnye proekty i programmy v obrazovanii. [Innovative Projects and Programs in Education]*. 2013. V. 2. P. 3–8. (In Russian)

12. Zagvyazinsky V. I., Strokova T. A. Soprotivlenie innovacijam: sushhnost', sposoby profilaktiki i preodolenija. [Resistance to innovation: the nature, methods for preventing and overcoming]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2014. № 3 (112). P. 3–21. (In Russian)

13. Zeer E. F., Symanyuk E. E. Kompetentnostnyj podhod kak faktor realizacii innovacionnogo obrazovanija. [Competence approach as a factor in the implementation of innovative education]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2011. № 8 (87). P. 3–14. (In Russian)

14. Zimina O. V., Kirillov A. I. Prakticheskie zanjatija po vysshej matematike s ispol'zovaniem mobil'nogo dostupa k matematicheskomu serveru Moskovskomu jenergeticheskomu institutu. [Practical exercises on higher mathematics with mobile access to mathematical server of Moscow Power Engineering Institute]. Moscow: Moskovskij jenergeticheskij institut. [Moscow Power Engineering Institute]. 2011. 222 p. (In Russian)

15. Kudryavtsev A. J. O principe professional'noj napravlenosti. [On the principle of a professional orientation]. *Sovetskaja pedagogika. [Soviet Pedagogy]*. 1981. № 8. P. 100–106. (In Russian)

16. Koncepcija razvitija matematicheskogo obrazovanija v Rossijskoj Federacii. [The concept of the development of mathematics education in the Russian Federation]. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 24 dekabrya 2013 g. № 2506-r g. Moskva [Order of the Government of the Russian Federation, d.d. 24 December, 2013, № 2506-p, Moscow]. *Rossiyskaya Gazeta. [Russian Newspaper]*. Available at: <http://www.rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (In Russian)

17. Lurie L. I. Kakoj byt' nauchno-pedagogicheskoj periodike? [What have scientific and pedagogical periodicals?]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2013. № 1. P. 117–135. (In Russian)

18. Ochkov V. F., Bogomolova E. P., Ivanov D. A., Pisachich K. Dvizhenija planet: raschet i vizualizacija v srede Mathsad ili chasy Keplera. [Movement of the planets: the calculation and visualization in Mathcad or Kepler clock]. *Cloud of Science*. 2015. V. 2, № 2. P. 177–215. (In Russian)

19. Plis A. I., Slivina N. A. Mathcad. Matematicheskij praktikum. [Mathcad. Math Practical]. Moscow: Publishing House Finansy i statistika. [Finance and Statistics]. 2003. 656 p. (In Russian)

20. Polya D. Matematika i pravdopodobnye rassuzhdenija. [Mathematics and plausible reasoning]. Moscow: Publishing House Nauka. [Science]. 1975. 463 p. (In Russian)

21. Prokopiev V. P. O roli matematiki dlja podgotovki kadrov v innovacionnoj jekonomike. [On the role of mathematics for training in the innovation economy]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2011. № 9 (88). P. 60–68. (In Russian)

22. Pryamikova E. V. Inertnost' sistemy obrazovanija: mif ili real'nost'. [The inertia of the education system: Myth or Reality]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2011. № 2 (81). P. 53–63. (In Russian)

23. Poincaré A. O nauke. [About science]. Moscow: Publishing House Nauka. [Science]. 1983. 560 p. (In Russian)

24. Serikov V. V. Ideja, zamysel i gipoteza v pedagogicheskom issledovanii. [The idea, design and pedagogical research hypothesis]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2010. № 10 (78). P. 30–41. (In Russian)

25. Sobkin V. S. Tkachenko O. V. V. Student pedagogicheskogo vuza: zhiznennye i professional'nye perspektivy. [A student of pedagogical high school: the life and career prospects]. *Trudy po sociologii obrazovanija. [Works on the sociology of education]*. Vol. XI–XII, № XXI. Moscow: Centr sociologii obrazovanija RAO. [Center for the Sociology of Education of the Russian Academy of Education]. 2007. 200 p. (In Russian)

26. Testov V. A. O ponjatii pedagogicheskoi paradigmy. [On the notion of pedagogical paradigm]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2012. № 9. P. 5–14. (In Russian)

27. Tkachenko E. V., Smirnov I. P. Professional'noe obrazovanie: est' li strategija ego razvitija? [Vocational education: is there a development strategy?]. *JeTAP: jekonomicheskaja teorija, analiz, praktika. [STEP: Economic Theory, Analysis, and Practice]*. 2013. № 5. P. 51–66. (In Russian)

28. Tryapitsyna A. P. Cennostno-smyslovye orientiry postroenija sodержanija discipliny «Pedagogika». [Value and meaning construction of the maintenance of discipline «Pedagogy»]. *Pis'ma v Jemissija. Offlajn. [The Emissia. Letters Offline]*. Jelektronnoe nauchnoe izdanie. [Electronic scientific edition]. 2009. Available at: <http://www.emissia.org/offline/2009/1339.htm> (In Russian)

29. Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty vysshego professional'nogo obrazovanija: arhiv fajlov FGOS VPO. [The Federal State Educational Standards of Higher Education. Archive files FSES of Higher Pedagogical Education]. Available at: // http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv_new.htm (In Russian)

30. Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty vysshego professional'nogo obrazovanija. [The Federal State Educational Standards of Higher Education]. Arhiv fajlov FGOS VPO 201000 Biotehnicheskie sistemy i tehnologii. [Archive files FSES of Higher Pedagogical Education. 201000 Biotechnical Systems and Technology]. Available at: http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_09/prm806-1.pdf (In Russian)

31. Feldstein D. I. Problemy kachestva psihologo-pedagogicheskikh dissertacionnyh issledovanij i ih sootvetstvie sovremennym nauchnym znanijam i potrebnostjam obshhestva. [Quality problems of psychological and pedagogical dissertations and their compliance with current scientific knowledge and the needs of society]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2011. № 5. P. 3–27. (In Russian)

32. Choshanov M. A. Obrazovanie i nacional'naja bezopasnost': sistemnye oshibki v matematicheskom obrazovanii Rossii i SShA. [Education and National Security: The system errors in mathematical education in Russia and the USA]. *Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. [Education and Science. News of Ural Branch of Russian Academy of Education]*. 2013. № 8 (107). P. 14–31. (In Russian)

33. Ochkov V. F., Bogomolova E. P. Teaching Mathematics with Mathematical Software. *Journal of Humanistic Mathematics*. 2015. № 5 (1). P. 265–285. Available at: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol5/iss1/15> (Translated from English)

УДК 377.3

Дремина Мария Анатольевна

кандидат социологических наук, доцент кафедры менеджмента Российского государственного профессионально-педагогического университета, Екатеринбург (РФ).
E-mail: mdryomina@yandex.ru

Копнов Виталий Анатольевич

доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Российского государственного профессионально-педагогического университета, Екатеринбург (РФ).
E-mail: vitalij.kopnov@rsvpu.ru

Лыжин Антон Игоревич

аспирант, специалист отдела магистратуры, аспирантуры и докторантуры Российского государственного профессионально-педагогического университета, Екатеринбург (РФ).
E-mail: lyzhin.anton@mail.ru

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ РАБОТЫ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Цель публикации – описание исследовательского поиска решения проблемы повышения качества профессиональной подготовки кадров для работы на высокотехнологичном оборудовании.

Методы. В процессе исследования использовались методы системного и сравнительного анализа, моделирования, синтеза и обобщения. Детализация предлагаемой авторами модели обучения рабочих осуществлялась на основе