

Интернет-журнал «Мир науки» ISSN 2309-4265 <http://mir-nauki.com/>

Выпуск 3 - 2015 июль — сентябрь <http://mir-nauki.com/issue-3-2015.html>

URL статьи: <http://mir-nauki.com/PDF/38PDMN315.pdf>

УДК 372.8; 378

Богомолова Елена Петровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет (МЭИ)»

Россия, г. Москва

Доцент

Кандидат физико-математических наук

E-mail: bogep@yandex.ru

Проблема обеспечения надежности математических знаний будущих инженеров

Аннотация. Математическая подготовка студентов инженерных специальностей должна быть модифицирована согласно новой концепции развития математического образования в России. Проблемы математического образования в инженерном бакалавриате усугубились вследствие понижения уровня адаптации студентов к условиям и требованиям обучения, ослаблению когнитивных качеств обучающихся и отсутствием учебников и других учебных ресурсов, соответствующих современным образовательным технологиям. Предлагается один из путей улучшения математической подготовки – формирование программ по математике с опорой на принцип надежности. Суть введенного принципа раскрывается и демонстрируется на конкретных примерах. Показывается важность соблюдения баланса между использованием традиционного учебника и информационно-компьютерных технологий, поскольку это делает возможным реализацию принципа надежности.

Ключевые слова: инженерное образование; высшая школа; программа по математике; уровень математической подготовки; принцип надежности; дидактические принципы; процесс изучения; базовые знания; компьютер; информационные технологии.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Богомолова Е.П. Проблема обеспечения надежности математических знаний будущих инженеров // Интернет-журнал «Мир науки» 2015 №3 <http://mir-nauki.com/PDF/38PDMN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

Введение

В принятой Правительством РФ Концепции развития математического образования в России¹ справедливо сказано, что сейчас математическое образование оторвано от современной науки и практики, а его уровень падает. При этом отсутствует механизм своевременного обновления содержания математического образования.

Перед системой высшего профессионального образования поставлена общая задача – обеспечивать необходимый уровень математической подготовки кадров для научно-технических отраслей экономики. Ее частная подзадача – «обеспечение отсутствия пробелов в базовых знаниях для каждого обучающегося»² задает тему данного исследования. Разработка практических мер по реализации концепции началась не так давно. Но и сейчас уже видны основные тенденции изменения содержания и формы математического образования студентов, выбравших для себя программы подготовки бакалавров по различным направлениям техники и технологий.

Тенденции математического образования во вузах

Проанализируем состояние современного математического образования в технических вузах. После принятия ФГОС ВПО 3 и ФГОС ВПО 3+ добавление согласно требованиям образовательных стандартов новых разделов математики в программы математических дисциплин, не было сопровождено реальным исключением из этой программы малозначащих и устаревших тем. В результате, непомерное увеличение объема и разнообразия математического материала, сопровождаемое существенным уменьшением часов, отводимых на его изучение, не улучшило, а ухудшило математическую подготовку студентов. При этом программы математических дисциплин, составленные профессиональными математиками, как правило, далеки от инженерных наук, как раньше, так и сейчас являются естественным отражением классических университетских программ по математике для математиков.

Ситуация осложнена тем, что если согласно старым образовательным стандартам специалист должен был просто знать некоторый утвержденный набор математических определений, теорем и методов решения типовых математических задач, то сейчас даже нет ясности, какому эталону (в области математики) должен соответствовать выпускник-бакалавр. Перечень компетенций не способствует пониманию целей, не содержит конкретики. Там, где недостаток часов не ощущается слишком остро, преподаватели по инерции продолжают обучать математике по-старому. Там же, где времени катастрофически не хватает, учебные планы механически упрощаются. Изложение ограничивается уровнем состояния математики в 18–19 веках, а современные математические курсы переносятся на электронную платформу, к которой студенты должны самостоятельно работать. Упомянув на технические средства обучения и ожидая от них чуда, преподаватели пытаются внедрять инновационные способы чтения лекций [3], создают в помощь студентам различные электронные образовательные ресурсы [5]. А также задают на дом задачи посложнее и выдумывают все более изощренные расчетные задания, чтобы нельзя было списать готовые решения из интернета.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2013 № 2506-р. Номер опубликования: 0001201312270018. Дата опубликования: 27.12.2013./ Официальный интернет-портал правовой информации РФ Режим доступа: http://pravo.gov.ru:8080/Default.aspx?showsearchcard=0&viewspo=1&signer_org=gov#results.

² Там же.

Описанная современная технология подачи математических знаний порождена непроясненностью и необычностью задач, поставленных перед сегодняшними преподавателями традиционной математики во втузе. (Компетенции – кто бы внятно растолковал, какое отношение они имеют к технике дифференцирования и интегрирования!) Формулировки, встречающиеся в преамбулах учебных программ математических курсов, расплывчаты, общи и трудноразложимы на конкретные подзадачи а, тем более, на действия. Делаются попытки втиснуть весь материал старого специалитета в рамки новых расписаний, хоть это фактически невозможно. Ведь по некоторым инженерным (техническим и технологическим) направлениям подготовки число часов аудиторных занятий сократилось более чем вдвое. Зачастую такое сокращение сопровождается заменой экзамена на зачет, что, в свою очередь, приводит к естественной потере большей частью студентов прагматического интереса к изучению теоретического материала. Но даже объективные причины не побуждают большинство преподавателей математики задуматься о том, какая же, все-таки, математика и в какой форме нужна современному бакалавру-инженеру.

Реальное положение дел

Инженер использует математику в качестве инструмента для создания не абстрактно-математических, а вполне настоящих, конкретных, видимых и действующих объектов. В частности, он должен понимать, каким именно математическим и вычислительным арсеналом нужно воспользоваться при решении конкретной предметной технической задачи. На заре развития инженерии специалисту было достаточно знаний классических результатов дифференциального и интегрального исчисления. Но в наши дни, когда множество реальных задач решается с помощью мощных инженерных и математических вычислительных пакетов, от инженера все чаще требуется владение разнообразным современным математическим аппаратом. К сожалению, профессиональные математики, преподающие в технических вузах, продолжают разрабатывать курсы лекций и писать учебники в стиле, не адаптированном к будущему инженеру, для которого решающее значение имеют понимание сути и приобретенные навыки практического использования различных математических методов, а тонкости и изощренности в математических доказательствах почти ничего не значат.

Но существует причина, на мой взгляд, даже более существенная, чем сокращение часов или устаревшие вкусы преподавателей. Носителями этой причины являются студенты, поэтому ее воздействие невозможно уменьшить и, тем более, невозможно устранить. Речь идет об ослаблении когнитивных качеств учащихся в целом и по отношению к математике в частности [2, 6, 12]. Выпускники школ, пришедшие к нам в аудитории, конечно же, не стали глупее. Изменение школьных обучающих методик, снижение уровня требовательности со стороны учителей и переориентация на электронное обучение и тесты не позволяют выпускникам школ успешно учиться в технических вузах. Нынешних студентов ни школа, ни родители, ни общество (с его ориентирами) не побудили и не научили добывать знания. И в ситуации когнитивного инфантилизма даже самые послушные и усердные студенты не получают в результате обучения ни требуемых умений и навыков, ни, что очевидно, сформированных компетенций.

Явная нереализуемость поставленных перед студентами задач включает у них механизмы самозащиты от избыточной и непривычной информации. Налицо полное или частичное отсутствие желания вникать даже в азы математических понятий. Для них 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 запоминать. Зачем запоминать, когда в любой момент можно посмотреть в интернете?

Для иллюстрации проблемы приведу один пример. Понятие базиса линейного пространства вводится в курсе математики в первом семестре. Для общей физики, некоторых специальных технических наук, и, несомненно, для самой математики это понятие входит в область если не системообразующих знаний, то уж в область часто используемых. Оно не относится к дидактически сложным математическим объектам, поскольку имеет прозрачную геометрическую интерпретацию в двумерном и трехмерном евклидовых пространствах и опирается на полученные в школе знания элементарных свойств геометрических векторов. Для того чтобы узнать, как понятие базиса закрепилось в сознании студентов, и с какими объектами оно ассоциируется, я провела письменный анонимный опрос в нескольких студенческих группах второго и четвертого семестров обучения. Я попросила сформулировать, что такое базис пространства, и какова его роль. Результаты опроса помогли укрепиться уверенности, что перемены в преподавании математики необходимы.

Определения базиса не дал **ни один студент**. Правильно передали лишь общий смысл термина 27,5% первокурсников и 7% второкурсников (22% опрошенных). У 17,5% первокурсников и 14% второкурсников в объяснениях встречались слова и фразы, относящиеся к определению базиса, что говорит о том, что они пытались механически заучивать определение. Еще 25% первокурсников и 7% второкурсников продемонстрировали устойчивые ассоциации со стандартным базисом в трехмерном пространстве. И, наконец, 30% первокурсников и 72% второкурсников (42% опрошенных) продемонстрировали либо полное незнание, либо полное непонимание этого термина, либо **ложные ассоциации**.

Вернемся к смыслам

Наиболее катастрофичное для будущего инженера, что очевидно, – это закрепление в памяти ложных ассоциаций. Менее опасно для общества – просто отсутствие знаний. Но общий итог ясен: и «выживание» математических знаний и надежность их усвоения находятся на недопустимо низком уровне.

Так что же мы делаем не так? Ответ на свой вопрос я получила сразу, как только мне в руки попал учебник [9] американского математика прошлого века Уильяма Грэнвиля в переработке выдающегося советского математика, академика АН СССР Н.Н. Лузина (1883 – 1950). По современным меркам эта книга, вероятно, и не считалась бы настоящим учебником. Определения, представленные в ней, не всегда имеют четкую структурированную форму, теорем совсем мало (не более десятка), изложение изобилует **конструктивными** примерами и рассуждениями, проясняющими смысл математических понятий и объектов. Указано, что эта книга была утверждена Комитетом по высшему техническому образованию при ЦИК СССР в качестве учебника для вузов с 1934/1935 г. Значит, именно по этому учебнику, вероятнее всего, изучали (и как изучили!) математику те, кто позже составил гордость отечественной инженерной мысли – выдающиеся ученые и конструкторы середины двадцатого века. Возражающие мне коллеги скажут, что нельзя держаться за прошлое, что математика за 80 лет ушла вперед. И они будут частично правы. Математика действительно ушла вперед. Но остались на месте те ее разделы, которые и сейчас составляют необходимый и часто даже достаточный для будущего инженера минимум. Так зачем же нашпиговывать этот минимум избыточной математической терминологией и теоремами, пусть и являющимися предметом гордости математиков, но абсолютно бесполезными для инженеров, утяжелять задачами, требующими такой техники преобразований, которой не владеет и иной теоретик-математик?

Сейчас, учитывая стремительное развитие вычислительной техники и постоянное расширение ассортимента инженерных вычислительных средств и сред, первая задача

преподавателей вуза – добиваться от студентов надежных знаний математических основ. У студентов должно сформироваться осознание пользы, необходимости и обязательности владения определенным **набором базовых понятий**. Поэтому нам следует предлагать для изучения лишь основные математические объекты, выделять для этих объектов только основные свойства и центральные теоремы, добиваться от студентов реального понимания материала и его надежного усвоения. Предлагаемые методы и алгоритмы решения типовых задач вполне достаточно иллюстрировать простыми и легко воспроизводимыми примерами [7]. Более сложные примеры следует решать с обязательным применением математических компьютерных пакетов, добиваясь от студентов понимания особенностей, преимуществ и недостатков вычислительных методов [10, 15, 16]. Надо поставить себе цель – обучить (но надежно и качественно, а не поверхностно) студентов лишь фундаментальным основам традиционно изучаемых во вузах разделов математики и по возможности наикратчайшим путем прийти к действительно необходимым современным инженерам математическим знаниям.

Принцип надежности и его реализация

Анализ действующих государственных образовательных стандартов [18] позволяет сделать вывод о том, что такие классические теории отбора содержания образования, как энциклопедизм, дидактический формализм, дидактический утилитаризм, структурализм а также конкретные принципы построения программ обучения, основанные на этих теориях, хоть и сохраняют свою значимость, но уже не в полной мере отвечают современным требованиям качества обучения и динамике научных тенденций. Из этого следует и необходимость сосредоточиться на известных эффективных дидактических принципах высшей школы [11], и необходимость добавить те [4], что позволят на современном этапе развития высшей школы проводить качественную модификацию программ дисциплин.

Назовем принципом надежности принцип, требующий дублировать изложение так, чтобы важнейшие знания и навыки с достаточной степенью надежности были усвоены в процессе изучения.

Важные и значимые для профессиональной подготовки инженера математические объекты следует перевести на уровень серьезного понимания, и как следствие – запоминания. Этого можно добиться, если смотреть на объект с различных ракурсов. Потребуется выделить время на: установление взаимосвязи новых понятий с ранее изученными объектами; решение различными методами и способами задач, связанных с этим понятием; сравнительный анализ таких решений. Практические (семинары) и лабораторные (работа на компьютере) занятия должны связать между собой разносторонние подходы к одной и той же задаче, а также к одному и тому же объекту в рамках различных задач.

Не нужно выдвинутый принцип путать с тезисом «Повторение – мать учения». На банальное повторение в высшей школе как раз и нет времени. Но есть возможность один и тот же математический объект максимально часто вспоминать при изучении различных тем, на первый взгляд не относящихся к этому объекту. Тогда требуемое понятие, свойство или формула рассматриваются с разных сторон, с разных точек зрения, средствами разных дисциплин. Например, редко кто из преподавателей математики и физики упоминает о том, что формульная запись многих известных физических законов – это изучаемая в курсе математического анализа формула Тейлора (как правило, первого порядка).

Как показывает практика, лучшему пониманию и надежному запоминанию способствует неформальный уровень введения объектов и доказательства их свойств. Инженеру важно интуитивно утвердиться в справедливости некоторого математического

факта, что позволит крепко зафиксировать его в памяти. Но как традиционно бывает в техническом вузе, изложение математической теории опирается на утверждения, либо ранее не доказанные, либо доказанные только частично. Вследствие этого возникают проблемы непонимания и ложных ассоциаций. Кстати, того же самого эффекта непонимания и незапоминания можно добиться простым озвучиванием формулировок (без доказательства).

Обдумывая введение принципа надежности, в качестве эксперимента я решила построить весь лекционный курс дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, взяв за основу важнейшую (и наполненную физическим смыслом: путь равен произведению средней скорости на время) формулу Лагранжа конечных приращений $f(b) - f(a) = f'(\xi) \cdot (b - a)$, (здесь ξ – некоторая точка, лежащая на интервале (a, b)). Доказательство формулы Ньютона-Лейбница, основанное на формуле Лагранжа, имеет ярко выраженный конструктивный характер и сводится к формальному определению определенного интеграла. Интеграл же в глазах студентов получает дополнительный ясный физический смысл, перестает быть абстрактным математическим понятием и превращается в привычный простой инструмент суммирования большого числа малых величин. Но и это еще не все. К формуле Лагранжа, вытекающей непосредственно из теоремы Лагранжа (о существовании касательной, параллельной секущей), я обращалась еще много раз. При доказательстве того, что функция, имеющая на интервале нулевую производную, постоянна на этом интервале. При определении дифференцируемой функции и обсуждении смысла первого дифференциала. При обсуждении первого (линейного) приближения. При выводе и анализе уравнения касательной к графику функции. При доказательстве правила Лопиталья для раскрытия неопределенностей. При доказательстве формулы Тейлора – основного инструмента дифференциального исчисления. При выводе формулы длины дуги в декартовых и в полярных координатах. Результатом такого многократного обращения к важнейшей формуле дифференциального исчисления стало не просто знание студентами самой формулы, но и четкое понимание границ ее применимости, погрешности вычисления, стационарности процесса и т.п. Что студенты и продемонстрировали на экзамене. (Конечно, все сказанное относится к тем, кто хотел и старался учиться).

При преподавании математики сильно недооцениваются учебные качества информационно-коммуникационных технологий: их высокая информационная емкость, легкость и убедительность образного воплощения, доминирование продуктивных возможностей ресурса по сравнению с репродуктивными, скорость и широта передачи данных и неограниченные возможности тиражирования. И в такой недооценке математика – не исключение. Общий же анализ современного состояния теории и практики обучения студентов также показывает, что нынешнее обучение ориентировано лишь на изучение дисциплин в их традиционных рамках. Не достаточно внимания уделяется использованию информационных технологий в профессиональной деятельности, незначительное учебное время отводится вопросам работы с информационными технологиями (на них отводится менее 10% учебного времени), слабо задействованы межпредметные связи учебных дисциплин [17, 20].

Логические и содержательные акценты начинают смещаться от понимания высшей школы как образовательной организации, символизирующей пандисциплинарный идеал культуры [19], в сторону осознания необходимости формирования у выпускников инструментальных компетенций. А изложение математических дисциплин в том классическом (сильно урезанном) виде, который наблюдается повсеместно, не способствует ни формированию инструментальных компетенций будущих инженеров, ни надежному усвоению базовых математических научных знаний. По-видимому, внутрипредметные ресурсы вузовской учебной дисциплины «Математика» давно исчерпаны. Существующие

учебники по высшей математике для вузов либо копируют классические математические учебники, либо являются сборниками определений и рецептов решения типовых задач. И если придерживаться принципа надежности, то на данном этапе состояния научных и прикладных знаний следует не просто преподавать математику с элементами ее приложения к физике, а «вживлять» компьютерные технологии в тело каждой преподаваемой математической дисциплины. Отделившуюся когда-то от математики информатику следует вернуть назад, точнее, уже на новом уровне нужно объединить эти две дисциплины, присоединив к ним, по возможности, введение в специальность. Учебное время, потраченное на малопродуктивные однообразные тренировки по технике дифференцирования, интегрирования, матричных вычислений и пр. можно было бы употребить на изучение удобных для применения вычислительных пакетов в применении к решению практических математических задач [8].

Запоминание основных теорем и свойств вовсе не является гарантом успешного инженерного образования. Конкретное содержание учебных материалов (типы решаемых задач) это не цель, а важное, но не единственное средство формирования навыков. Чтобы содержание работало, нужно его применять. Например, если мы говорим о термине или методе, то его надо обсуждать и использовать в аналитических и компьютерных вычислениях, а не заучивать стандартное определение или конкретный образец решения. Использование компьютера при решении математических задач даже на стадии еще не полного понимания и усвоения теории вызывает интерес, выстраивает логические связи, надежно сцепляя в сознании научные термины и реальные физические ситуации [13, 14]. Для реализации принципа надежности требуется не только перестройка программ по математике и информатике, но и создание новых (по существу и по структуре) учебников. Это задача коллективов преподавателей – математиков, программистов, физиков, инженеров.

Но пока каноны построения программ математических дисциплин и классические учебники, написанные в эпоху царствования громоздких аналитических методов и вычислений на логарифмической линейке, лишь способствуют непродуктивному обучению. Обилие техник и постоянное решение задач, которые многие студенты и так умеют решать, лишают всех драгоценного времени. Пассивное прочитывание конспекта и просмотр образцов решения создают иллюзию понимания³, но не приближают студентов к уровню надежного овладения математическим аппаратом.

Выводы

Важнейшие математические понятия должны быть твердо усвоены студентами. Твердого усвоения можно добиться естественным путем – перестройкой курса математики, в том числе, и согласно принципу надежности, требующему, чтобы важнейшие объекты были рассмотрены многократно, многосторонне, разнопланово. Тогда на младших курсах студентами действительно будут освоены базовые математические объекты и понятия, которые позволят в дальнейшем успешно работать с комплексными вычислительно-математическими моделями. Принцип надежности, заложенный в структуру программы по математике, будет способствовать выполнению следующих задач, поставленных перед преподавателями математики в техническом вузе:

- формировать у студента надежную базу основополагающих математических понятий, которыми он будет часто и продуктивно пользоваться при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин;

³ <http://blog.coursera.org/post/93424900982/learning-how-not-to-learn>.

- развивать абстрактное и логическое мышление студентов, соединять это мышление с инженерным конструктивным мышлением;
- прививать будущим исследователям и инженерам-практикам культуру математического мышления, позволяющую грамотно воспользоваться имеющимся арсеналом вычислительных средств;
- учить студентов применять полученные математические знания при решении конкретных физических и инженерных задач, при использовании общематематических и специальных вычислительных пакетов программ;
- углублять и расширять полученные математические знания на основе твердо усвоенной базы понятий и свойств математических объектов.

Если основательно, подробно, внятно и всесторонне преподать студентам соответствующий их инженерным потребностям материал, то твердо освоенные математические понятия и методы, несомненно, позволят при необходимости дипломированному бакалавру заняться дальнейшим математическим самообразованием.

Заключение

В книге [1] дается прогноз развития математики на ближайшие годы. Там указано, что в математике начинается длительный этап синтеза практического и теоретического способов систематизации, ведущий к увеличению удельного веса конструктивных рассуждений. Возрастет (и мы уже замечаем, как возрастает) потребность в доведении результатов «до числа», до предъявления конкретных расчетных процедур. Будет усиливаться внимание к дискретным разделам математики. Линия фронта «чистой» и «прикладной» математики все больше будет размываться. Предстоит эпоха синтеза теоретической и практической математики.

К сожалению, пока во втузах эта эпоха еще никак себя не проявила. Зато появился новый термин, характеризующий состояние общества – цифровой разрыв⁴. Это ситуация, при которой развитие цифровых технологий значительно опережает изменения в государстве и обществе. При этом новые сервисы и технологии не могут встроиться в старую отстающую систему, в том числе, и в систему образования вообще, и в систему инженерного математического образования в частности.

Инженерное образование уже не может довольствоваться только классической математикой прошлых веков. Находясь в начале новой цифровой эпохи, мы должны осознать, что пора менять саму концепцию обучения студентов математике и инженерным наукам.

⁴ <http://www.edutainme.ru/post/carnegie-terms/>

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабашев, А.Г. Будущее математики: методологические аспекты прогнозирования / А.Г. Барабашев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 160 с.
2. Богомолова, Е.П. Диагноз: математически малограмотный / Е.П. Богомолова // Математика в школе. – 2014. – №4. – С. 3–9.
3. Богомолова, Е.П. Презентационные лекции по дисциплинам естественно-научного цикла: практика и теория / Е.П. Богомолова // Открытое образование. – 2014. – №4. – С. 53-61.
4. Богомолова Е.П. Реализация принципа лакуарности в программах по математике для бакалавриата техники и технологии / Е.П. Богомолова // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2014. – №25. – С. 176–180.
5. Богомолова, Е.П. Сетевые образовательные математические ресурсы / Е.П. Богомолова // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10 – 11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 423-424.
6. Богомолова, Е.П. Устный экзамен по математике: кому и почему он нужен / Е.П. Богомолова // Математика в школе. – 2015. – №5. – С. 44–48.
7. Богомолова, Е.П. Сборник задач и типовых расчётов по общему и специальным курсам высшей математики: Учебное пособие. / Е.П. Богомолова, А.И. Бараненков, И.М. Петрушко. – СПб.: «Лань», 2015. – 464 с.
8. Богомолова, Е.П. Решатели или великолепная семерка Mathcad / Е.П. Богомолова, В.Ф. Очков, М. Хейнлоо // Открытое образование. – 2015. – №3. – С. 37-50.
9. Грэнвиль, В. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Часть II. Интегральное исчисление // В. Грэнвиль, Н. Лузин – Москва-Ленинград: ОНТИ НКТП СССР, 1937. – 278 с.
10. Зимина, О.В. Практические занятия по высшей математике с использованием мобильного доступа к математическому серверу МЭИ. // Зимина О.В., Кириллов А.И. – М.: Изд. дом МЭИ, 2011 – 222 с.
11. Кудрявцев, А.Я. О принципе профессиональной направленности / А.Я. Кудрявцев // Советская педагогика. – 1981. – №8. – С. 100–106.
12. Максимова, О.В. Глобальный электронный ресурс и информационно-математические компетенции первокурсников: на что может опереться инженерное образование / О.В. Максимов, Е.П. Богомолова // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014. – М.: Издательство МЭИ, 2014, с. 551 – 554.
13. Очков, В.Ф. Это страшное слово «дифуры» / В.Ф. Очков, Е.П. Богомолова // Информатика в школе. – 2015. – №1 (104). – С. 55–58.
14. Очков, В.Ф. Движения планет: расчет и визуализация в среде Mathcad или Часы Кеплера / В.Ф. Очков, Е.П. Богомолова, Д.А. Иванов, К. Писачич // Cloud of Science. – 2015. – Т. 2. – №2. – С. 177-215.

15. Ochkov, V.F. and Bogomolova, E.P. "Teaching Mathematics with Mathematical Software", *Journal of Humanistic Mathematics*, Volume 5 Issue 1 (January 2015), pages 265–285. DOI: 10.5642/jhummath.201501.15. Available at: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol5/iss1/15>.
16. Плис, А.И. Mathcad. Математический практикум / А.И. Плис, Н.А. Сливина. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 656 с.
17. Ревякина, В.И. Информационные технологии в сфере образования / В.И. Ревякина // *Информация и образование: границы коммуникаций*. – 2013. – №5 (13). – С. 125–127.
18. Федотова, О.Д. Методологические основы создания международных образовательных стандартов высшей школы: от сопряжения к единству / О.Д. Федотова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2006. – №4. – С. 82–84.
19. Федотова, О.Д. Подготовка магистров и аспирантов в условиях матричной организации образовательного процесса: возможно ли это? / О.Д. Федотова // *Интернет-журнал Науковедение*. – 2014. – №4. – С. 40.
20. Ходакова, Н.П. Актуальные вопросы обучения в вузе. / Н.П. Ходакова // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – №5. – С. 115–116.

Рецензент: Кузовлев И.В., ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «НИУ (МЭИ)».

Bogomolova Elena Petrovna

National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Russia, Moscow

E-mail: bogep@yandex.ru

The reliability problem of mathematical knowledge of future engineers

Abstract. Math training of students engineering high school should be modified according to the new concept of development of mathematical education in Russia. Problems of mathematical education of engineering bachelors are exacerbated by the lowering of the students' adaptation to the conditions and requirements of the training, the weakening of cognitive characteristics of students and the lack of textbooks and other educational resources corresponding to modern educational technologies. One of the ways to improve the mathematical training is offered - the creation of programs in mathematics, drawing on the principle of reliability. The main line is explained and is demonstrated in the specific examples. The balance between the use of traditional textbooks and information and computer technologies makes possible the implementation of the principle of reliability.

Keywords: engineering education; graduate School; program in mathematics; the level of mathematical training; the principle of reliability; didactic principles; learning process; basic knowledge; computer; information technology.

REFERENCES

1. Barabashev, A.G. Budushchee matematiki: metodologicheskie aspekty prognozirovaniya / A.G Barabashev. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1991. – 160 s.
2. Bogomolova, E.P. Diagnostika matematicheskoi malogramotnosti / E.P. Bogomolova // Matematika v shkole. – 2014. – №4. – S. 3–9.
3. Bogomolova, E.P. Prezentatsionnye leksii po distsiplinam estestvenno-nauchnogo tsikla: praktika i teoriya / E.P. Bogomolova // Otkrytoe obrazovanie. – 2014. – №4. – S. 53-61.
4. Bogomolova E.P. Realizatsiya printsipa lakunarnosti v programmakh po matematike dlya bakalavriata tekhniki i tekhnologii / E.P. Bogomolova // Problemy i perspektivy razvitiya obrazovaniya v Rossii. – 2014. – №25. – S. 176–180.
5. Bogomolova, E.P. Setevye obrazovatel'nye matematicheskie resursy / E.P. Bogomolova // Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Informatizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya» – INFORINO-2012 (Moskva, 10 – 11 aprelya 2012 g.). – M.: Izdatel'skiy dom MEI, 2012. – S. 423-424.
6. Bogomolova, E.P. Ustnyy ekzamen po matematike: komu i pochemu on nuzhen / E.P. Bogomolova // Matematika v shkole. – 2015. – №5. – S. 44–48.
7. Bogomolova, E.P. Sbornik zadach i tipovykh raschetov po obshchemu i spetsial'nym kursam vysshey matematiki: Uchebnoe posobie. / E.P. Bogomolova, A.I. Baranenko, I.M. Petrushko. – SPb.: «Lan'», 2015. – 464 s.
8. Bogomolova, E.P. Reshateli ili velikolepnaya semerka Mathcad / E.P. Bogomolova, V.F. Ochkov, M. Kheyntlo // Otkrytoe obrazovanie. – 2015. – №3. – S. 37-50.
9. Grenvil', V. Kurs differentsial'nogo i integral'nogo ischisleniy. Chast' II. Integral'noe ischislenie // V. Grenvil', N. Luzin – Moskva-Leningrad: ONTI NKTP SSSR, 1937. – 278 s.
10. Zimina, O.V. Prakticheskie zanyatiya po vysshey matematike s ispol'zovaniem mobil'nogo dostupa k matematicheskomu serveru MEI. // Zimina O.V., Kirillov A.I. – M.: Izd. dom MEI, 2011 – 222 s.
11. Kudryavtsev, A.Ya. O printsipe professional'noy napravlenosti / A.Ya. Kudryavtsev // Sovetskaya pedagogika. – 1981. – №8. – S. 100–106.
12. Maksimova, O.V. Global'nyy elektronnyy resurs i informatsionno–matematicheskie kompetentsii pervokursnikov: na chto mozhet operet'sya inzhenernoe obrazovanie / O.V. Maksimov, E.P. Bogomolova // Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Informatizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya» – INFORINO-2014. – M.: Izdatel'stvo MEI, 2014, s. 551 – 554.
13. Ochkov, V.F. Eto strashnoe slovo «difury» / V.F. Ochkov, E.P. Bogomolova // Informatika v shkole. – 2015. – №1 (104). – S. 55–58.
14. Ochkov, V.F. Dvizheniya planet: raschet i vizualizatsiya v srede Mathsad ili Chasy Keplera / V.F. Ochkov, E.P. Bogomolova, D.A. Ivanov, K. Pisachich // Cloud of Science. – 2015. – T. 2. – №2. – S. 177-215.

15. Ochkov, V.F. and Bogomolova, E.P. "Teaching Mathematics with Mathematical Software", *Journal of Humanistic Mathematics*, Volume 5 Issue 1 (January 2015), pages 265–285. DOI: 10.5642/jhummath.201501.15. Available at: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol5/iss1/15>.
16. Plis, A.I. *Mathcad. Matematicheskiy praktikum* / A.I. Plis, N.A. Slivina. – M.: Finansy i statistika, 2003. – 656 s.
17. Revyakina, V.I. *Informatsionnye tekhnologii v sfere obrazovaniya* / V.I. Revyakina // *Informatsiya i obrazovanie: granitsy kommunikatsiy*. – 2013. – №5 (13). – S. 125–127.
18. Fedotova, O.D. *Metodologicheskie osnovy sozdaniya mezhdunarodnykh obrazovatel'nykh standartov vysshey shkoly: ot sopryazheniya k edinstvu* / O.D. Fedotova // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2006. – №4. – S. 82–84.
19. Fedotova, O.D. *Podgotovka magistrrov i aspirantov v usloviyakh matrichnoy organizatsii obrazovatel'nogo protsessa: vozmozhno li eto?* / O.D. Fedotova // *Internet-zhurnal Naukovedenie*. – 2014. – №4. – S. 40.
20. Khodakova, N.P. *Aktual'nye voprosy obucheniya v vuze*. / N.P. Khodakova // *Fundamental'nye issledovaniya*. – 2009. – №5. – S. 115–116.