

**Моисеев Василий Борисович**

доктор педагогических наук,  
кандидат технических наук,  
профессор, ректор,  
заведующий кафедрой технологии машиностроения  
Пензенского государственного технологического  
университета

**Федосеев Виктор Михайлович**

кандидат технических наук, доцент,  
профессор кафедры математики  
Пензенского государственного технологического  
университета

## **ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МАТЕМАТИКИ В ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТА ВТУЗА**

---

### **Аннотация:**

*В статье обсуждаются принципы постановки обучения математике в техническом вузе в связи с введением в действие образовательных стандартов нового поколения (ФГОС-3) в профессиональном образовании. В соответствии с общими целями обучения перед математикой ставятся задачи по формированию инженерной культуры будущего специалиста, и в этом плане делается анализ ее потенциальных возможностей. Предлагаются направления развития методики преподавания математики с учетом потребностей инженерного образования. Указывается на необходимость интеграции математических и инженерных дисциплин как средства эффективной реализации программ обучения.*

### **Ключевые слова:**

*инженерное образование, математика, «конкретная математика», «содержательная математика», методика обучения.*

---

**Moiseyev Vasily Borisovich**

D.Phil. in Education Science,  
PhD in Technical Science,  
Professor, Head of the Mechanical Engineering  
Technologies Subdepartment,  
Rector of the Penza State  
Technological Academy

**Fedoseyev Victor Mikhaylovich**

PhD in Technical Science,  
Professor, Mathematics Subdepartment,  
Penza State Technological Academy

## **EDUCATIONAL POTENTIAL OF MATHEMATICS IN FORMATION OF ENGINEERING CULTURE OF HIGHER SCHOOL STUDENTS**

---

### **Summary:**

*The article discusses organizational principles of mathematics training in a technical higher school in the context of adoption of the educational standards of new generation (FGOS-3) for vocational education. According to the general objectives of education the mathematics' tasks include the formation of engineering culture of future experts, and in this context the authors review its resources. The directions of development of the mathematics teaching techniques, which would take into account the requirements of engineering education, are suggested. It is emphasized, that there is a need for integration of mathematical and engineering disciplines as a means of effective implementation of training programs.*

### **Keywords:**

*engineering education, mathematics, concrete mathematics, substantial mathematics, training technique.*

---

**Введение.** Когда говорят о государственных стандартах в области профессионального образования, то вкладывают в это понятие несколько иной смысл, чем тот, который принят в технике и промышленности. Видовое отличие образовательного стандарта заключается в том, что его содержание носит более концептуальный, чем регламентирующий характер. По этой причине при внедрении положений стандарта в учебный процесс возникает множество дополнительных вопросов, требующих не только согласований и пояснений, но и глубоких размышлений и серьезной методической разработки. Работа по внедрению стала особенно значительной в связи с переходом на новую версию стандарта (ФГОС-3), принципиально отличающуюся от предыдущей версии (ГОС-2). Существующие обстоятельства требуют от методиста, преподавателя высшей школы переосмысления и содержания, и методики обучения, приведения их в соответствие с изменившимися целями и задачами обучения. При этом необходимо определиться с той ролью, которую играет в формировании инженерной ментальности каждая конкретная учебная дисциплина, и это особенно важно для общеобразовательных дисциплин. Таким образом, в высшем профессиональном образовании можно констатировать возникшую в настоящее время проблемную ситуацию, требующую научно-педагогического анализа.

По поводу вышесказанного авторы решились высказать собственную точку зрения на постановку математического образования инженера в современных условиях, соединив для этого усилия преподавателей общеобразовательной и специальной кафедр. В каком-то смысле содержание статьи является диалогом между математиком и инженером в попытке прийти к соглашению по предмету педагогического исследования. Свою задачу авторы видят в том, чтобы, с одной стороны,

охарактеризовать значение математики для воспитания профессиональных качеств будущего инженера, показать в этом плане ее потенциальные возможности; с другой – сформулировать устойчивые потребности-представления, ожидаемые от содержания курса математики. И как итог – действовать большей степени интеграции математических и инженерных дисциплин, принимая такую интеграцию как необходимое условие эффективности достижения целей профессионального образования. Задача тем более актуальна, что уже на протяжении нескольких десятилетий сложившаяся в технических вузах система математического образования подвергается жесткой критике. Критике, которую разделяют и многие математики, активно работающие в области приложений (А.А. Ляпунов, В.И. Арнольд, Б.В. Гнеденко, Л.С. Понрягин, Р. Том, Д. Кнут), и известные педагоги (Д. Пойа, Г. Фройденталь, У. Сойер, А.Д. Мышкис, И.М. Яглом, И.П. Костенко, В.А. Шершнёва и др.). Несмотря на очевидные достижения педагогической науки в области математического образования и существование обширной библиографии по рассматриваемой теме (см., например, обзорные статьи [1; 2; 3]), на сегодняшний день многие вопросы преподавания математики, особенно в области профессионального образования, остаются проблематичными.

**1. Математика в инженерном образовании.** В инженерном образовании математику традиционно относят к группе фундаментальных дисциплин, составляющих базу подготовки будущего инженера. Для таких представлений есть веские основания. Инженерная практика в настоящее время настолько осложнилась, что имеющийся фактический материал нуждается в теоретическом осмыслении и упорядочивании, а для этого нужна математика. Таким образом, математика является важным инструментом в инженерном творчестве. Академик Н.Н. Моисеев писал о том, что в технике математика – это часть конструкторского ремесла, часть технологии [4, с. 144]. Главным образом по этой причине в новой версии образовательных стандартов математика расценивается как «неотъемлемая и очень важная составляющая компетентности инженера» [5, с. 15].

Инженер нуждается в обширных математических знаниях. Но значение математических учебных дисциплин в инженерном образовании не исчерпывается только знанием его стороной. Не меньшую, а может быть и большую, ценность имеют потенциальные возможности математики для формирования тех личностных качеств студента, которые составляют культуру инженерного мышления. Логико-методологический анализ инженерного мышления [6], понимаемого как определенная организация сознания, убедительно свидетельствует о том, какое значение имеет математический метод в выработке стратегии инженерного подхода к проблеме. В этом случае математика выступает как часть общей методики решения инженерных задач, соединяющей теорию с практикой и задающей формы и способы мыслительных операций. Поэтому не удивительно, что «трудные технические задачи требуют настоящего математического творчества» [7, с. 6].

Математика, безусловно, нужна инженеру, и в инженерном образовании ей отводится важное место. Но для того, чтобы математика могла эффективно выполнять свои обязанности, и содержание курса, и методика его преподавания должны удовлетворять определенным требованиям, соответствующим отношению инженера к этой науке. Современная же математика и находящаяся под ее влиянием методика обучения представляется инженеру слишком абстрактной, далекой от приложений и потому бесполезной для инженерных наук. Сложившуюся ситуацию в математическом образовании Г. Фройденталь, имея в виду потребности прикладников, описывал следующими словами: «Совершенно нетерпимо, когда математик преподает математику без ее применений, а физик применяет математические методы, не излагавшиеся математиком. <...> Эта шизофрения имеет глубокие корни. Разрыв возник в конце прошлого столетия (имеется в виду 19-й век. – *Авт.*) и продолжает расширяться вследствие современного развития, особенно вследствие проникновения теоретико-множественной терминологии и новых формулировок в математику. Если мы, математики, будем всё более методично и неэвристично преподавать математику, то люди, которые ее применяют, станут сами давать своим ученикам ту математику, которую они считают нужной» [8, с. 106].

По собственному педагогическому опыту можем судить о том, что математика представляется большинству студентов далекой от их будущей профессиональной деятельности. Отсюда малая заинтересованность в обучении и, как следствие, плохая успеваемость по предмету. Такое положение не удовлетворяет ни преподавателей математики, ни тем более потребителей математических знаний и не может быть признано удовлетворительным. Ситуация нуждается в исправлении. Вопрос только в том, каким образом это можно сделать? И отвечая на этот вопрос, очевидно, нельзя проигнорировать мнение инженеров о той математике, какой бы они хотели учиться. По сути дела, это центральный вопрос вузовского математического образования, имеющий базовое значение и для содержания, и для методики обучения.

Стиль мышления инженера – конкретный, предметно-наглядный и образный. В науке его интересует прежде всего смысловое содержание. Инженер плохо понимает те утверждения, которые ему неясны и в которых он не видит смысла. Отсюда и его отношение к математике как к опытной,

индуктивной науке. Позицию инженера в отношении математики и методики ее преподавания достаточно точно передает следующая цитата из О. Хевисайда, английского математика, физика и инженера: «Это возмутительно, что молодые люди должны забивать себе голову сплошными логическими тонкостями, пытаясь понять доказательство очевидного факта с помощью чего-то, столь же очевидного или, может быть, не столь очевидного, и приобретают глубокую неприязнь к математике, в то время как изучение геометрии, важнейшего фундаментального предмета, может быть сделано очень интересным и поучительным. Я придерживаюсь мнения, что это, по существу, экспериментальная наука, как и всякая другая, и ее надо преподавать в первую очередь с помощью наблюдения, описания и эксперимента. Обучение должно быть естественным продолжением того знакомства с геометрией, которое получает каждый, соприкасаясь с окружающим миром, но, конечно, обучение должно быть более определенным и целенаправленным» [9, с. 13].

Такое понимание математики может показаться архаичным и несовременным. Но и в наше время академик В.И. Арнольд отношение к математике как к опытной науке в вопросах преподавания считал наиболее продуктивным и распространял его на всё математическое образование в целом [10]. И именно в нем инженерное образование заинтересовано более всего, и такой взгляд на математику для инженера является наиболее естественным и целесообразным. В математике он видит методологию решения практических задач, школу мышления, развивающую изобретательские способности. И в математике это есть более чем в других науках. «Математика в некоторых отношениях является наиболее подходящим экспериментальным материалом для изучения индуктивных рассуждений», – писал Д. Пойа [11, с. 18]. Математика обладает значительным педагогическим потенциалом, необходимым для формирования инженерной культуры студента вуза, и задача преподавания в том, чтобы этот потенциал был реализован в достаточной мере. В связи с этим имеет смысл обратить внимание на некоторые аспекты развития методики обучения математике, мотивированные потребностями инженерного образования.

**2. Методические принципы преподавания математики в техническом вузе.** По вопросу методики преподавания математики в техническом вузе представляет интерес сравнение алгебраического и геометрического подходов к изложению учебного курса, имея в виду весомые аргументы в пользу последнего. Декарт в рассуждениях о методе писал, что алгебра, сводя математику до механического искусства, не способна совершенствовать ум, с чем согласился Ж. Адамар в своей книге о психологии изобретательства в области математики [12, с. 16], также считая, что алгебра не способствует развитию изобретательности.

В научно-методических трудах Н.Е. Жуковского находим замечания о том, что аналитический метод изложения теоретической механики в полной мере не обеспечивает понимания. В этом отношении большие преимущества имеет геометрический подход. Свойственные ему смысловые, наглядно-образные представления лучше усваиваются студентами. Обучение становится менее формализованным и более осмысленным. Жуковский пишет: «Я из своего педагогического опыта знаю, как часто запоминаются формулы без усвоения стоящих за ними знаний. <...> В этом отношении геометрическое толкование, предпочтение геометрического доказательства аналитическому всегда приносит пользу. Если формулы и подстановки некоторыми из изучающих легко запоминаются, то также скоро они исчезают бесследно из памяти; но раз усвоенные геометрические образы надолго западают в голову и живут в воображении изучающего» [13, с. 185]. Современный французский математик Р. Том на эту же тему высказался более определенно: «Евклидова геометрия является естественным промежуточным (и может быть, незаменимым) объектом между обычным языком и языком алгебры. Геометрия допускает психологическую вспышку синтаксиса без принесения в жертву смысла, всегда сохраняемого пространственной интуицией», – и в то же время в отношении алгебраического подхода, – «смысл алгебраического символа построить трудно или его не существует» [14, с. 93]. Мы видим, что, с точки зрения достижения понимания учебного материала, имеются веские аргументы в пользу геометрических методов. Практика же преподавания математических дисциплин в вузе свидетельствует на сегодняшний момент о подавляющем преобладании алгебраического подхода. В этом же стиле написано и большинство учебников.

В качестве альтернативы существующему в высшей школе стилю преподавания математики в настоящее время складывается направление, названное «конкретной математикой». Его программные установки – учить не столько знаниям, сколько методу; обучение от конкретного объекта, от конкретной задачи. И делается это в первую очередь для того, чтобы противостоять царящему формализму обучения, добиться «осмысленного оперирования математическими формулами» [15, с. 9], чего не хватает доминирующей ныне в образовании «формальной и абстрактной математике». Как остроумно заметил В.И. Арнольд в предисловии к указанному сочинению со ссылкой на И.М. Гельфанда, «теории приходят и уходят, а примеры остаются». Дидактическая ценность отдельной задачи или метода может оказаться не меньше ценности общей теории, потому что

смысл теории проявляется именно через примеры, через конкретные модели, да и сама она при объяснении выступает как более или менее очевидное следствие своего частного случая. Установка на поиск примеров, поиск задач, нематематические цели и приложения становится важнейшим методологическим принципом преподавания. В этом в общих чертах заключается идеологическая позиция «конкретной математики» в дидактике математического образования, во многом разделяемая так называемым системно-деятельностным подходом, регламентируемым в России образовательными стандартами нового поколения. Справедливости ради следует заметить, что идеи, выдвигаемые в «конкретной математике», не являются новыми. Педагогам хорошо известны утверждения о том, «что многознание уму не научает», или Ньютоново – «при изучении наук примеры полезнее нежели правила». Книги Г. Штейнгауза, Р. Куранта, Д. Пойа, У. Сойера, написанные более полувека тому назад, предлагают, по существу, аналогичный дидактический подход к обучению математике. Или созданный в 20-х гг. прошлого века трудами преподавателей Московского университета экспериментальный курс математики для технических вузов [16] ныне основательно забытый, построенный на тех же началах. Заслуги авторов упомянутой книги видятся прежде всего в современной трактовке вопроса при своевременности его постановки.

**3. «Содержательная математика» как методический принцип.** Методологические соображения о постановке математического образования в техническом вузе авторы постарались учесть в учебном пособии [17], сделанном в формате электронного издания. При его подготовке ставилось целью показать объективное значение математики, а для этого дополнить стандартный учебник сведениями, относящимися к профессиональному, социокультурному и историческому контекстам предмета, образующим смыслы и создающим условия для его объяснения и понимания. Пособие в первую очередь предназначено для студентов, изучающих математику в объеме технических специальностей вуза. Оно также может быть полезно всем лицам, интересующимся историей и приложениями математики. Преподавателю данное пособие может послужить в качестве источника примеров, задач, иллюстраций, тем рефератов, проблемных заданий и других целей.

Содержание учебного пособия [18] формировалось по принципу опорных тем, в качестве которых выбирался конкретный математический объект: геометрическая кривая (эллипс, циклоида, цепная линия), математическая постоянная, функция, пропорция золотого сечения, числовой ряд; математическая или прикладная задача (задача аппроксимации функций, отыскание необходимого размера детали) или метод обучения (проблемное обучение); личность ученого и его научные результаты (П.Л. Чебышев и представители Петербургской математической школы); различные вопросы, подчеркивающие связи математики с другими областями культуры (математика и музыка). В каждом отдельном случае рассматривается история изучения математического объекта, приводятся относящиеся к теме примеры и задачи по возможности не только из математики, но и из различных областей науки и техники. В заключение дается ряд задач, довольно трудных, для самостоятельного решения, приводятся библиографические ссылки. В разделы, посвященные значению математики и ее связям с искусством, включены аудио- и видеофрагменты из кинофильмов и произведений классической музыки.

Следующий пример иллюстрирует методический подход к составлению задач, принятый в учебном пособии. В нем изучение геометрической кривой «эллипс» связывается с конструированием деталей машин и приборов, имеющих эллиптический профиль поверхностей. Примерами деталей такого типа служат: трубы эллиптического сечения, корпус камеры лопастного насоса, деталь дизеля «маслота», разжимное кольцо и пр. С целью упрощения технологии получения профильных поверхностей студенту предлагается заменить присутствующий в конструкции эллипс кривой сплайнового типа, составленной из дуг окружностей. После этого оценить отклонение построенного сплайна от эллипса. Методическая ценность данной задачи заключается в сочетании технологической по форме задачи с математическим методом исследования.

**Заключение и выводы.** Введение в действие образовательных стандартов нового поколения напрямую связано с уяснением методологических принципов современного образования. Это важно в том числе и потому, что данные принципы определяют понимание места учебной дисциплины в общей задаче подготовки квалифицированного специалиста. Рассуждая на эту тему в отношении математики, авторы приходят к выводу о том, что в математике накоплен значительный педагогический потенциал, который может быть эффективно использован для формирования инженерной культуры студента втуза. Ставя перед собой соответствующие этой задаче цели, мы получаем направление педагогической деятельности, вводящее преподавание математики в русло современных педагогических инноваций. При таком подходе достигается понимание математики, понимание ее прикладного, культурного значения, улучшается мотивация учения, создаются условия для интеграции математики со специальными учебными дисциплинами.

Математика, безусловно, нужна инженеру. Математический метод лежит в основе инженерного мышления, математическое знание входит в состав инженерной культуры. Однако инженер смотрит на науку иначе, чем профессиональный математик или преподаватель с университетским образованием. Для него важнее, чтобы в обучении математические понятия излагались в большей мере с точки зрения их приложений, чем с точки зрения их логического развития. В математике инженера больше привлекает не формальная, а содержательная сторона. Эти обстоятельства создают специфику математического образования инженера и непременно образом должны быть учтены как при разработке учебно-методического обеспечения курса, так и при проектировании обучающих технологий.

Образовательные стандарты профессионального образования ставят перед учебными дисциплинами цели и задачи, направленные на формирование компетенций будущего специалиста. По убеждениям авторов, полученным из опыта сначала обучения, а затем работы на производстве и в высшей школе, эффективность достижения этих целей в значительной степени будет зависеть от того, насколько правильно в учебном процессе произойдет сочетание формальной и неформальной составляющих. И если вести речь о задаче формирования средствами математики инженерной культуры студента – будущего специалиста, то, по-видимому, эта задача не может быть успешно решена без использования содержательной части обучения, в качестве которой в данном случае выступают инженерно-технические вопросы и задачи.

### Ссылки:

1. Носков М., Шершнёва В. Состояние и перспективы математического образования в инженерных вузах // Вестник высшей школы. 2007. № 3. С. 14–19.
2. Шершнёва В.А. Формирование математической компетенции студентов инженерного вуза на основе полипарадигмального подхода : дис. ... д-ра пед. наук. Красноярск, 2011.
3. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепции, перспективы // Высшее образование в России. 2012. № 1. С. 125–137.
4. Моисеев Н.Н. Математика ставит эксперимент. М., 1979.
5. Носков М., Шершнёва В. Указ. соч.
6. Никитаев В.М. Инженерное мышление и инженерное знание (логико-методологический анализ) // Философия науки. 1997. Вып. 3: Проблемы анализа знания [Электронный ресурс]. URL: <http://iph.ras.ru/page53183050.htm> (дата обращения: 28.05.2014).
7. Моисеев Н.Н. Указ. соч.
8. Фрейденталь Г. Математика как педагогическая задача. Ч. 2. М., 1983.
9. Болотовский Б.М. Оливер Хевисайд. М., 1985.
10. Арнольд В.И. О преподавании математики // Успехи математических наук. 1998. Т. 53. Вып. 1. С. 229–234.
11. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1975.
12. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М., 1970.
13. Жуковский Н.Е. Полное собрание сочинений. Т. 9. М.-Л., 1937.
14. Том Р. Современная математика – существует ли она? // Математика в школе. 1973. № 1. С. 89–93.
15. Грехем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основания информатики. М., 2009.
16. Рабочая книга по математике для высших технических учебных заведений / под ред. А.Я. Хинчина. М.-Л., 1931.
17. Федосеев В.М. Содержательная математика : учеб. пособие [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pgta.ru/59/350/65/83/712/> (дата обращения: 28.05.2014).
18. Рабочая книга по математике ...

### References:

1. Noskov, M & Shershneva, B 2007, 'Status and Prospects of mathematical education in engineering universities', *Bulletin of the Graduate School*, no. 3, p. 14-19.
2. Shershneva, VA 2011, *Formation of mathematical competence of students of engineering university based on the multiparadigmatic approach*, D.Phil. thesis, Krasnoyarsk.
3. Saprykin, DL 2012, 'Engineering Education in Russia: History, Concepts, Perspectives', *Higher Education in Russia*, no. 1, p. 125-137.
4. Moiseev, NN 1979, *Mathematics puts the experiment*, Moscow.
5. Noskov, M & Shershneva, B 2007, 'Status and Prospects of mathematical education in engineering universities', *Bulletin of the Graduate School*, no. 3, p. 14-19.
6. Nikitaev, VM 1997, 'Engineering thinking and engineering knowledge (logical and methodological analysis)', *Philosophy of Science*, issue 3, Problems of knowledge analysis, retrieved 28 May 2014, <<http://iph.ras.ru/page53183050.htm>>.
7. Moiseev, NN 1979, *Mathematics puts the experiment*, Moscow.
8. Freudenthal, G 1983, *Mathematics as a pedagogical problem*, part 2, Moscow.
9. Bolotovskiy, BM 1985, *Oliver Heaviside*, Moscow.
10. Arnold, VI 1998, 'On teaching mathematics', *Advances Mathematical Sciences*, vol. 53, issue 1, p. 229-234.
11. Polya, D 1975, *Mathematics and plausible reasoning*, Moscow.
12. Hadamard, J 1970, *Study of psychology process inventions in the field of mathematics*, Moscow.
13. Zhukovskiy, NE 1937, *Complete Works*, vol. 9, Leningrad.
14. Tom, R 1973, 'Contemporary Mathematics – does it exist?', *Math in school*, no. 1, p. 89-93.
15. Graham, R, Knuth, D & Patashnik, O 2009, *Concrete Mathematics. Foundation of computer science*, Moscow.
16. Khinchin, AY (ed.) 1931, *Workbook mathematics for higher technical educational institutions*, Moscow, Leningrad.
17. Fedoseyev, VM 2014, *Meaningful Mathematics: Textbook*, retrieved 28 May 2014, <<http://www.pgta.ru/59/350/65/83/712/>>.
18. Khinchin, AY (ed.) 1931, *Workbook mathematics for higher technical educational institutions*, Moscow, Leningrad.