

**Зуев Петр Владимирович,**

доктор педагогических наук, профессор, кафедра теории и методики преподавания физики, технологии и мультимедийной дидактики, институт физики, технологии и экономики, Уральский государственный педагогический университет; 620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, д. 26; e-mail: zuew@yandex.ru

**Кошечева Елена Сергеевна,**

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра физики и математического моделирования, институт физики, технологии и экономики, Уральский государственный педагогический университет; 620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, д. 26; e-mail: kohe@mail.ru

**РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инженерное мышление; метапредметность; преемственность; основное и дополнительное образование; цели и содержание образования; мониторинг уровня сформированности.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются вопросы формирования инженерного мышления у обучающихся на основе принципа преемственности и метапредметности. Указаны основные причины возникновения дефицита инженерных кадров в нашей стране и особенности подготовки инженерных кадров на современном этапе развития. Представлена таксономия Блума для определения основных видов деятельности современного инженера, последовательность развития инженерного мышления детей начиная с детского сада и заканчивая старшими классами общеобразовательной школы. Рассмотрены цели, содержание учебного материала и видов деятельности для каждого возраста, предложены показатели для оценки уровня сформированности инженерного мышления учащихся. Отмечены психологические особенности формирования инженерного мышления. Определены основные проблемы, возникающие в результате развития инженерного мышления школьников в образовательных организациях.

**Zuev Petr Vladimirovich,**

Doctor of Pedagogy, Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Physics, Technology and Multimedia, Institute of Physics, Technology and Economics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia.

**Kosheeva Elena Sergeevna,**

Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Department Physics and Mathematical Modeling, Institute of Physics, Technology and Economics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

**DEVELOPMENT OF ENGINEERING THINKING OF STUDENTS IN THE COURSE OF TRAINING**

**KEYWORDS:** engineering thinking; double-subject; continuity; basic and additional education; purposes and content of education; monitoring of level of formation.

**ABSTRACT.** The questions of formation of engineering thinking of students on the basis of the principles of continuity and double-subjectivity are considered. The main reasons for the lack of engineers in our country and peculiarities of training of engineers in contemporary Russia are specified. Blum's taxonomy for identification of primary activities of the modern engineer and the sequence of development of engineering thinking of children beginning with kindergarten and up to high school are presented. The purposes, the content of training materials and kinds of activity for each age group are considered; the means for assessment of the level of engineering thinking of pupils are offered. Psychological features of engineering thinking formation are noted. The main problems that arise in the course of engineering thinking development of pupils in the educational organizations are defined.

**Н**аша страна и все мировое сообщество развиваются в соответствии с постиндустриальной концепцией, результатом реализации которой должна стать глобальная экономика, поэтому все начинания в политике, экономике, образовании рассматриваются с этой точки зрения. Следует отметить, что постиндустриальный мир характеризуется избытком товаров, производственных ресурсов и дефицитом идей. Поэтому возникает острая необходимость формировать у будущих активных граждан постиндустриального общества креативное, инновационное мышление и тратить на это колоссальные ресурсы. Инновационный тип мышления характеризуется не только созданием оригинальной идеи, но и способностью превратить ее в социально-про-

мышленную технологию, позволяющую получать прибыль. Причем это производство должно быть конкурентоспособным на рынке товаров и услуг и должно соответствовать не только современным техническим, но и технологическим требованиям. Для развития инновационного общества необходимо два одновременно действующих условия: создание пространства для развития творчества и появления инновационных идей и создание сообщества профессионалов, способных генерировать эти идеи, развивать их и воплощать в жизнь.

Отличительной особенностью образования в постиндустриальном обществе является то, что цели, содержание и результаты образования определяются ключевыми субъектами социума, государством, бизне-

сом, производством, общественными институтами и семьей. При этом только инновационные субъекты способны заказать инновационное образование для своих детей и будущих работников. К сожалению, мы вынуждены констатировать тот факт, что образовательная свобода 90-х и перестройка привели к значительным перекосам в социальной и производственной сферах, а именно, к переизбытку специалистов с низкой профессиональной компетентностью в гуманитарной сфере и практически кадровому голоду в производственно-технических областях.

В производственной сфере потребность в инженерных кадрах постоянно возрастает, это объясняется тем, что специалисты, закончившие технические вузы в 90-х, не пришли на производство. А те, кто пришел, имеют квалификацию ниже, чем их предшественники. Как показывают исследования, общая эрудиция и простейшая компетенция в технической сфере современного школьника значительно ниже, чем в 30-40 гг. прошлого столетия, когда был культ инженерного образования, а получение инженерной специальности считалось престижным. В настоящее время ситуация стала диаметрально противоположной. Как следствие, заинтересованность инженерным делом и мотивация технического образования находятся на низком уровне. Получение технической специальности родителями учащихся рассматривается как запасной вариант, а получение рабочей специальности – как катастрофа.

Следует понимать, что любое музыкальное, спортивное, политехническое образование требует раннего самоопределения и ранней подготовки. Только в этом случае на выходе из стен школы мы можем рассчитывать на высокую профессиональную компетентность и желание добиваться более высоких результатов в данной сфере.

В истории нашей страны мы знаем такие примеры, когда ранняя профориентация в системе дополнительного образования (станции юных техников, технические кружки и клубы) формировали и поддерживали интерес у детей с самого раннего возраста. Затем в системе общего среднего образования на занятиях в учебно-производственных комбинатах учащиеся получали допрофессиональную подготовку. Данная работа осуществлялась при добротной естественнонаучной подготовке учащихся, которой уделялось пристальное внимание как по количеству часов на ее осуществление, так и по оснащенности лабораторно-практической базы. В настоящий момент система учебно-производственных комбинатов не существует, станции технического творчества борются с дефицитом кадров, недостаточностью обо-

рудования, методического обеспечения, заработной платы. Мастерские в школах, на основе которых следует сформировать у школьников политехнические знания и элементы профессиональных умений в образовательной области «Технология», оснащены, как правило, оборудованием для реализации учебных программ 70-х гг. прошлого века. Учреждения дополнительного образования Свердловской области только в последние годы стали оснащаться современным оборудованием. В основном, это роботы на основе наборов Lego, 3D-принтеры, лазерные станки и станки с ЧПУ. Но на данный момент их катастрофически мало, а там, где они есть, нет специалистов для их эксплуатации. Причинами перечисленных проблем являются следующие факты:

- низкая мотивация молодежи на получение технических специальностей;
- ограниченный спектр направлений для удовлетворения возникающих познавательных потребностей учащихся в технической сфере;
- непонимание большинством абитуриентов и студентов технических специальностей специфики будущей профессиональной деятельности;
- разочарование в выбранных направлениях подготовки на стадии обучения;
- низкая профессиональная компетентность, сформированная в вузе, и отказ от работы по специальности после его окончания.

Возникает острая необходимость в разработке плана деятельности субъектов обучения по формированию и развитию инженерного мышления учащихся на основе принципов преемственности и метапредметности.

Под инженерным мышлением будем понимать комплекс интеллектуальных процессов и их результатов, которые обеспечивают решение задач в инженерно-технической деятельности. Поскольку инженерно-техническое мышление проявляется в способности и умении решать технические задачи, то для оценки уровня сформированности исследуемого умения целесообразно использовать таксономию Блума, которая позволяет конкретизировать диагностические цели по формированию инженерно-технического мышления. Известно, что Блум выделяет шесть категорий, которые расположены по степени усложнения характера познавательной деятельности: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка.

**ЗНАТЬ:** роль техники в развитии производства, основные технические термины и понятия, устройство и принцип действия основных механизмов, основы проектирования и конструирования, современные методы поиска и обработки информации.

**ПОНИМАТЬ:** значение техники в развитии производства, назначение и принцип действия технических устройств, сущность решаемой технической задачи, значение выполняемой технической деятельности.

**ПРИМЕНЯТЬ:** технические знания в конкретных условиях, детали и орудия труда в ситуациях неопределенности, знания и умения для технических расчетов, умения быстро и качественно обработать техническую информацию.

**АНАЛИЗИРОВАТЬ:** технические объекты и процессы, состав, структуру устройство и принципы действия технического объекта, технические проекты и документацию, назначение технической конструкции, прототипы создаваемого объекта.

**СИНТЕЗИРОВАТЬ:** на основе полученных данных генерировать новую идею, создавать новые образы и изменять их, переосмысливать технические объекты, видеть в них другие свойства и другое назначение.

**ОЦЕНИВАТЬ:** оптимальность решения технической задачи, аргументированность технического решения, новые идеи, полученный результат.

Представленные показатели создают целостное представление о деятельности будущего инженера и позволят более полно представить основные элементы деятельности обучающихся в процессе формирования инженерного мышления с учетом возрастных особенностей, уровня обученности и специфики психических процессов (табл. 1).

Таблица 1

### Развитие инженерного мышления у учащихся в процессе обучения

	Дошкольное	Начальное	Основное	Старшее
Цели	Познакомить с познавательной, научной и преобразовательной деятельностью	Сформировать представления о новых горизонтах науки и их применении в практике	Познакомить учащихся с современными научными открытиями и результатами их внедрения	Сформировать умение анализировать, оценивать, интерпретировать, преобразовывать, применять методы познания творческой деятельности в работе современного инженера
Содержание	Живая и неживая природа, природные явления, виды природных явлений и их особенности, виды познавательной деятельности и их характеристики	Физические, химические основы действия технических игрушек, современных бытовых приборов, технических устройств, предметов домашнего обихода	Законы, послужившие основой разработки технических устройств, их принципы действия, особенности создания современных приборов, измерительных комплектов	Анализ и оценка технического решения различных объектов, устройств, приборов, систем
Деятельность	Основной вид деятельности – опытно-поисковый, позволяющий максимизировать взаимодействие с материальным объектом	Исследовательско-проектная, поисковая деятельность, позволяющая получить представление о теоретических основах и принципах действия	Самостоятельная, экспериментальная, исследовательская, проектно-конструкторская, изобретательская деятельность	Аналитическая, оценочная, исследовательская, конструкторская, преобразовательная, созидательная, инновационная
Мониторинг результатов	Сформировать представление о разных видах деятельности, устойчивый познавательный интерес к изучению предметов окружающей действительности	Устойчивый познавательный интерес, переходящий во внутреннюю мотивацию к изучению предметов естественно-научного, математического, информационно-технологического цикла, желание изучать и исследовать технический объект	Сформированное желание познавать, исследовать, конструировать, проектировать, изобретать	Наличие умений анализировать, оценивать, преобразовывать и внедрять

Дошкольный возраст – период развития всех психических функций: речи, мышления, эмоций, механизма контроля поведения. Именно в это время формируется образное мышление, а главным средством его формирования являются наглядные модели и объекты реальной природы. «Первый этаж» образного мышления формируется в разных видах человеческой деятельности – игре, конструировании, экспериментировании, изобразительной деятельности. В дошкольном учреждении должна быть создана особая мотивирующая интерактивная техническая образовательная среда, которая будет стимулировать желание ребенка познавать окружающую действительность.

Занятия в учреждении дошкольного образования должны быть развивающими, предоставляющими ребенку возможность задуматься, произвести выбор, предложить свою идею или способ решения. Средствами для развития ребенка должны быть занимательные опыты, мультфильмы, экскурсии на природу. Критериями для оценки сформированности элементов прединженерного мышления могут быть желание конструировать и экспериментировать, умения, позволяющие создать модель или объект из деталей конструктора, умения оценивать, анализировать, объяснять.

Формирование инженерного мышления у учащихся *начальной школы* практически полностью соответствует требованиям ФГОС, но прежде всего это реализация принципа мета предметности, системно-деятельностного и компетентного подходов, усиление внимания к использованию при обучении школьников проектно-исследовательской деятельности. Следует отметить, что важным элементом обучения учащихся в начальной школе в инженерном лицее является усиление математической и естественно-научной составляющей. Для успешности решения этой задачи необходимо процесс обучения направить на синхронное развитие эмоционально-рациональной сферы лицеиста, а именно – на развитие левого и правого полушария мозга. Для этой цели необходимо создание новых учебных пособий, элективных курсов, системы внеурочной деятельности в рамках объединения «Инженерная школа».

Пятые классы *основной школы* реализуют программы ФГОС, а следовательно, и последующие классы должны быть готовы выполнить те же требования. Особенностью работы учителей с учащимися основной школы должно стать усиление внимания к методам познания, формированию навыков самостоятельной работы учащихся, к развитию интереса к проектно-исследовательской деятельности, внимание к изучению новинок в области науки, техники, производства, изучение передовых технологий в разных сферах жизнедеятельности человека. Особое внимание следует обратить на использование современных методов познания и на изучение этих методов, на практическую ориентацию учебного процесса и результатов проектно-исследовательской деятельности учащихся.

Таким образом, назрела серьезная необходимость обновления содержания инженерного образования. Если мы говорим об инженере для инновационной экономики, то это в первую очередь творец, изобретатель, который может работать с применением широкого спектра специальностей. С одной стороны, для этого необходимо обеспечение углубленного преподавания базовых дисциплин, а с другой – междисциплинарных программ, что в комплексе позволит готовить специалистов широкого профиля, которые смогут грамотно использовать свои знания для решения смежных или комплексных производственных задач. Для решения инновационных задач необходимо обучение инженеров основам предпринимательства, а менеджеров – основам инженерного дела и управления технологиями. Содержание инженерного образования должно разрабатываться с учетом по-

требностей компаний, а учащиеся и студенты должны иметь возможность проходить производственную практику на реальном производстве.

За последние несколько лет в вузах созданы центры по трудоустройству выпускников, отработаны связи с работодателями, но этого недостаточно. Активнее привлекая работодателей, можно гораздо лучше решить проблему трудоустройства студентов. Здесь есть возможность использовать два механизма. Первый – заключение договора на целевую подготовку, и второй – предоставление гражданам возвратных субсидий, смысл которых в том, чтобы выпускник отработал по полученной специальности три-пять лет. Контрактная подготовка и система возвратных субсидий должны найти отражение в соответствующих законах. В рамках федеральных целевых программ при национальных исследовательских университетах необходимо создавать инженерно-исследовательские, инжиниринговые центры, целью которых должно стать развитие прикладных исследований, обслуживающих инженерное творчество. Эти центры должны иметь тесное взаимодействие с бизнесом, с тем чтобы получать совместные продукты и продвигать их на рынок.

Еще одна задача – вернуть специалистов, имеющих инженерное образование, на рынок труда и особенно в образовательные организации. В данном случае имеются в виду две категории специалистов: первая – те, кто в силу различных социальных и экономических причин был вынужден перейти в непромышленную сферу, и вторая – те, которые получили первый производственный опыт, а главное, поняли, что инженерная деятельность – это их настоящее призвание.

Важнейший вопрос о совершенствовании системы финансирования инженерного образования на сегодняшний день практически не решен. Прежде всего следует выделить несколько направлений: разработку нормативов финансирования учреждений профессионального образования, увеличение бюджетного финансирования – как текущего, так и программно-целевого, софинансирование со стороны бизнес-сообщества. Еще одна проблема – это материально-техническая база. Эта проблема связана как с недостаточным финансированием, так и с тем, что необходимые для практических занятий инструменты и приборы становятся все более сложными и дорогими. Данная проблема должна решаться за счет увеличения финансирования. Другая возможность ее решения – налаживание более тесных связей образовательных организаций с работодателями и использование матери-

ально-технической базы последних в учебных целях. Следующая проблема, требующая решения, – это заработная плата преподавательского состава. Без ее существенного, а в перспективе опережающего роста решить другие проблемы инженерного образования не представляется возможным.

Таким образом, технологическая модернизация нашей страны неосуществима без развития и совершенствования инже-

нерного образования, которое должно базироваться на лучших традициях российской инженерной школы. Необходимо сделать все зависящее, чтобы российская инженерная школа вновь заняла лидирующие позиции в мире, инженерный труд стал престижным и новые поколения выпускников российских вузов произносили с гордостью: «Я – российский инженер».

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акулова О. В., Заир-Бек Е. С., Писарева С. А. и др. Компетентностная модель современного педагога. СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 2008.
2. Амиров Р. Г. Реформа высшего инженерно-технического образования: избранное направление, проблемы и перспективы // Образование в техническом вузе в XXI веке : мат-лы междунар. науч.-практ. и образоват. конф. «Современные технологии в системе среднего и высшего профессионального образования», Набережные Челны, 2011. Вып. 8. Набережные Челны: Кам. гос. инж.-экон. академ., 2011.
3. Дума Е. А. и др. Уровни сформированности инженерного мышления // Успехи современного естествознания. 2013. № 10. С. 143-144
4. Зуев П. В., Кошечева Е. С. Использование компьютерного моделирования при обучении физике. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, Germany, 2012.
5. Зуев П. В., Кошечева Е. С. Повышение качества образовательного процесса в современной информационной среде // Инновационные технологии в образовательном процессе высшей школы : мат-лы междунар. науч. конф. / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2012.
6. О комплексной программе «Уральская инженерная школа» : Указ Губернатора Свердловской области от 6 окт. 2014 г. № 453-УГ.
7. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы. Утв. Распоряжением Правительства РФ от 29 дек. 2014 г. № 2765-р.
8. Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сент. 2014 г. № 1726-р).
9. Мерзлякова О. П., Зуев П. В. Компетентностный подход при обучении физике в школе : учеб.-метод. пособие. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, Германия. 2011.
10. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе преподавания физики в средней школе / А. Т. Глазунов, Ю. И. Дик, Б. М. Игошев и др. М. : Просвещение, 1985.
11. Сазонова З. С., Четкина Н. В. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования : учебное пособие / МАДИ (ГТУ). М., 2007.
12. Синицын Е. С. Формирование инженерного мышления в школе // Развитие физико-математического мышления у учащихся и студентов. Новосибирск : НГХА, 2011.
13. Сенашко В. С., Вострикова Н. А. О преемственности среднего и высшего математического образования // Образование, наука и экономика в вузах. Интеграция в международное образовательное пространство : мат-лы Междунар. конф. Плоцк (Польша), 2006.
14. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. О понятии инновационного мышления // Педагогическое образование в России. 2014. №1.
15. Хуторской А. В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций // Эйдос. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.

#### R E F E R E N C E S

1. Akulova O. V., Zair-Bek E. S., Pisareva S. A. i dr. Kompetentnostnaya model' sovremennogo pedagoga. SPb. : RGPU im. A. I. Gertsena, 2008.
2. Amirov R. G. Reforma vysshego inzhenerno-tekhnicheskogo obrazovaniya: izbrannoe napravlenie, problemy i perspektivy // Obrazovanie v tekhnicheskome vuze v XXI veke : mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. i obrazovat. Conf. «Sovremennye tekhnologii v sisteme srednego i vysshego professional'nogo obrazovaniya», Naberezhnye Chelny, 2011. Vyp. 8. Naberezhnye Chelny: Kam. gos. inzh.-ekon. akadem., 2011.
3. Duma E. A. i dr. Urovni sformirovannosti inzhenernogo myshleniya // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2013. № 10. S. 143-144
4. Zuev P. V., Koshcheeva E. S. Ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya pri obuchenii fizike. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, Germany, 2012.
5. Zuev P. V., Koshcheeva E. S. Povyshenie kachestva obrazovatel'nogo protsesssa v sovremennoy informatsionnoy srede // Innovatsionnye tekhnologii v obrazovatel'nom protsesse vysshey shkoly : mat-ly mezhdunar. nauch. conf. / Ural. gos. ped. un-t. Ekaterinburg, 2012.
6. O kompleksnoy programme «Ural'skaya inzhenernaya shkola» : Ukaz Gubernatora Sverdlovskoy oblasti ot 6 okt. 2014 g. № 453-UG.
7. Kontseptsiya Federal'noy tselevoy programmy razvitiya obrazovaniya na 2016-2020 gody. Utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 29 dek. 2014 g. № 2765-r.
8. Kontseptsiya razvitiya dopolnitel'nogo obrazovaniya detey (utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 4 sent. 2014 g. № 1726-r).
9. Merzlyakova O. P., Zuev P. V. Kompetentnostnyy podkhod pri obuchenii fizike v shkole : ucheb.-metod. posobie. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, Germaniya. 2011.

10. Politeknicheskoe obrazovanie i proforientatsiya uchashchikhsya v protsesse prepodavaniya fiziki v sredney shkole / A. T. Glazunov, Yu. I. Dik, B. M. Igoshev i dr. M. : Prosveshchenie , 1985.
11. Sazonova Z. S., Chechetkina N. V. Razvitie inzhenernogo myshleniya – osnova povysheniya kachestva obrazovaniya : uchebnoe posobie / MADI (GTU). M., 2007.
12. Sinitsyn E. S. Formirovanie inzhenernogo myshleniya v shkole // Razvitie fiziko-matematicheskogo myshleniya u uchashchikhsya i studentov. Novosibirsk : NGKhA, 2011.
13. Senashko V. S., Vostrikova N. A. O preemstvennosti srednego i vysshego matematicheskogo obrazovaniya // Obrazovanie, nauka i ekonomika v vuzakh. Integratsiya v mezhdunarodnoe obrazovatel'noe prostranstvo : mat-ly Mezhdunar. konf. Plotsk (Pol'sha), 2006.
14. Usol'tsev A. P., Shamalo T. N. O ponyatii innovatsionnogo myshleniya // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. 2014. №1.
15. Khutorskoy A. V. Tekhnologiya proektirovaniya klyuchevykh i predmetnykh kompetentsiy // Eydos. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. А. П. Усольцев.