

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ И РОЛЬ ИКТ В ИХ ФОРМИРОВАНИИ

О. М. Корчажкина¹

¹ *Институт кибернетики и образовательной информатики
Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва
119333, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2*

Аннотация

В статье обсуждаются проблема нехватки инженерных кадров для развития цифровой экономики и необходимость формирования инженерной культуры учащихся средней школы как потенциальных специалистов для научно-производственной сферы в условиях перехода к конвергентным технологиям. На основе изучения и анализа нормативных документов федерального уровня, научно-методической и учебной литературы для средней школы, опыта учителей-предметников естественно-математического цикла, технологии, информатики средних школ г. Москвы удалось выявить проблемное поле дальнейших исследований и принятия практических решений в этой области. Детально рассматриваются базовые компоненты инженерного мышления — естественно-научный, проектный и конструкторский типы мышления, их характеристики и особенности формирования на ступенях основного общего и среднего общего образования. Приводятся инструменты ИКТ, способствующие формированию и развитию инженерного мышления школьников в рамках предметной области «Технология». Конкретизация понятия «инженерное мышление» с теоретической и практической точек зрения является необходимым условием формирования обобщенного взгляда на сквозную подготовку будущих инженерно-технических кадров для отечественной экономики — от школьной скамьи до вуза. Подобная поддержка в прояснении некоторых концептуальных позиций предметной области «Технология» будет интересна авторам учебных пособий, методистам, педагогам-практикам и многим другим заинтересованным работникам сферы среднего общего образования для обновления содержательных линий существующих учебников технологии, а также при создании учебников к профильному курсу «Инженерные технологии» для учащихся старших классов средней школы.

Ключевые слова: инженерная культура, инженерное мышление, естественно-научные знания, проектно-конструкторские разработки, предметная область «Технология».

Для цитирования:

Корчажкина О. М. Составляющие инженерного мышления и роль ИКТ в их формировании // Информатика и образование. 2018. № 6. С. 32–38.

Статья поступила в редакцию: 10 августа 2018 года.

Статья принята к печати: 20 августа 2018 года.

Сведения об авторе

Корчажкина Ольга Максимовна, канд. тех. наук, ст. научный сотрудник Института кибернетики и образовательной информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва; olgakomax@gmail.com

Введение

Глобальные изменения в структуре мирового и отечественного материального производства обусловили взаимодействие всех отраслей промышленности в сторону взаимного сближения — интеграции внутренних ресурсов, технологий, инструментов и рынков сбыта. Существует мнение, что в сфере технологий определяющее место занимают информационные (по содержанию) или цифровые (по форме) технологии, которые задают тон всем остальным материальным и интеллектуальным (когнитивным) технологиям, поскольку обладают универсальными и неоспоримо более эффективными способами, инструментами осуществления научно-производственной деятельности, чем технологии других видов и форм. Поэтому информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) могут быть названы *метатехнологиями*, т. е. инструментальными, обслуживающими технологиями, которые на современном этапе развития общества проявляют себя во всех областях человеческой деятельности, — технологиями, незаменимыми и востребованными в силу своего всеобъемлющего, многофункционального и объединяющего потенциала.

Однако в России, как, впрочем, и во всем мире, наблюдается явное противоречие между растущими потребностями цифровой экономики и ограниченными масштабами подготовки кадров для ее развития, что приводит к повсеместной нехватке квалифицированных научно-технических специалистов — работников инженерных специальностей всех уровней. Замораживание на прежних позициях подобного дефицита «инженерных умов», способных выдвигать прорывные идеи, находить способы их реализации в реальной практике, грозит нам стратегическим, т. е. всеохватывающим и хроническим отставанием даже от стран с экономикой так называемого второго эшелона.

В связи с актуальными задачами подготовки кадров для построения и опережающего развития цифровой экономики в нашей стране как в настоящее время, так и в среднесрочной перспективе, а также для учета предстоящих потребностей в высококвалифицированных кадрах технического профиля, обладающих «профессиями будущего», у значительной части представителей педагогического сообщества наконец-то возникло понимание, что необходимо уже сегодня перейти к подготовке завтрашних ин-

женеров по обязательной программе средней школы. Объявлено, что подобный подход выступает одним из приоритетов государственной политики Российской Федерации в области образования. Его реализации, как представляется, способствует состоявшееся объединение предметных областей «Математика» и «Информатика» в единую область знаний «Математика и информатика», а также наделение новым содержанием интегрированной предметной области «Технология», о чем декларировано в последней версии ФГОС основного общего образования [1].

Общим принципам и отдельным аспектам формирования инженерного мышления посвящена довольно обширная научная литература (см., например, зарубежные источники [2–5]). Часть работ затрагивают проблемы инженерного мышления, формируемого на базе высших учебных заведений [6, 7]. Тем не менее публикации по общепедагогическим вопросам раннего формирования инженерного мышления — на базе средней школы — найти чрезвычайно сложно: исключением является литература по ТРИЗ и робототехнике, в которой освещаются проблемы технического (и не только) творчества учащихся, ориентированного в основном на учреждения дополнительного образования. Тогда как научно обоснованный взгляд на формирование инженерного мышления учащихся в обязательной системе среднего общего образования у современного педагогического сообщества еще не сформирован, поскольку отсутствует единая концепция по совершенствованию содержательных линий предметной области «Технология». Крайне важным вопросом в этом контексте является роль ИКТ как в общей структуре конвергентных технологий, к которым относятся наравне с информационными и материальными технологиями, так и в узкоспециальном контексте — в качестве универсального рабочего инструмента для решения задач инженерного профиля.

Надеемся, что настоящая статья, раскрывающая отдельные аспекты понятия «инженерное мышление» с теоретической и практической точек зрения, окажет поддержку авторам учебников, методистам, педагогам-практикам и многим заинтересованным работникам сферы среднего общего образования в прояснении некоторых концептуальных позиций предметной области «Технология», которые могли бы быть положены в основу обобщенного взгляда на подготовку будущих инженерно-технических кадров для отечественной экономики.

Понятие «инженерное мышление» и его составляющие

Одной из проблем современных детей в познании окружающего мира является неразвитое пространственное воображение в силу плоскостного восприятия виртуальных объектов, когда основные зрительные образы и тактильные ощущения они с самого раннего возраста получают с поверхности жидкокристаллических экранов современных мобильных устройств. Поэтому особенно важно уделять внимание воспитанию трудовых навыков ребенка средствами материальных технологий на пропедевтической и младшей ступенях школьного образования — в процессе изготовления простейших изделий из доступных материалов, что, к счастью,

предусматривается образовательными программами в стенах дошкольных учреждений и начальной школы.

Далее, по мере перехода к средней ступени, в школьном курсе «Технология» учащиеся знакомятся с различными материалами, орудиями и средствами труда, трудовыми операциями; машинами и механизмами; механическими, электромеханическими и робототехническими моделями и схемами их построения; традиционным производством и современными промышленными и интеллектуальными (нано-, био-, лазерными и космическими) технологиями; технологиями обработки и создания новых материалов; элементами управления отдельными устройствами и производством в целом [8]. Однако на старшей ступени школьного образования изучение технологий в очень редких случаях переносится в классы инженерного профиля, чаще всего оно прекращается вовсе. Соответствующих учебников, к сожалению, не существует, а они могли бы быть созданы и востребованы в рамках курса «Инженерные технологии»^{*}.

Тем не менее процесс объединения или, по крайней мере, сотрудничества технологий разных форм и видов является первым шагом в сторону признания конвергенции информационных, материальных и когнитивных технологий в содержании основного общего образования, способствующих формированию начальных ступеней инженерной культуры учащихся с привлечением средств ИКТ^{**}. А инженерная культура, в свою очередь, является базовой характеристикой, которой должны обладать конкурентноспособные инженерные кадры, прошедшие профессиональную подготовку для работы в различных отраслях экономики.

Под *инженерной культурой* понимается профессиональная культура инженерно-технического работника, имеющего высокий уровень профессиональных компетенций и владеющего широким политехническим кругозором, включающим научно-технические знания^{***} и производственно-технологические навыки и умения; демонстрирующего постоянную потребность самоактуализации; обладающего высоким профессиональным самосознанием и социально-профессиональной ответственностью, которая опирается на гуманитарные (общечеловеческие) ценности, соответствующие этическому кодексу инженера.

Необходимый инструментальный (интеллектуальный) базис инженерной культуры — *инженерное мышление*. Основа инженерного мышления — «высокоразвитое творческое воображение и фантазия, многоэкранное системное творческое осмысление знаний, владение методологией технического творчества, позволяющей сознательно управлять процессом

^{*} Среди немногочисленных учебных пособий можно назвать практикум по цифровой электронике для учащихся X—XI классов Д. Г. Копосова [9].

^{**} Формирование инженерной культуры в ходе полноценного инженерного образования не должно сводиться к подмене реальной практической деятельности деятельностью информационной.

^{***} Научно-технические навыки и умения инженерно-технических работников опираются на новое понимание науки: науку, ориентированную на практику, иными словами — на науку как часть новой практики [10, с. 148].

генерирования новых идей» [11, с. 25]. Инженерное мышление является:

- естественно-научным (научно-техническим) — по знаниевому, теоретическому компоненту;
- творческим, критическим и системным — по методам и формам деятельности;
- проектным и изобретательским — по инструментальным характеристикам;
- пространственным, наглядно-образным, логическим — по интеллектуально-психологическим характеристикам.

Если продуктами мышления в абстрактном его понимании являются общие зависимости между вещами, формируемые в виде образов, законов и сущностей [12, с. 178], то продукты инженерного мышления непременно реализуются в практической деятельности и воплощаются в реальные объекты действительности.

Таким образом, инженерная деятельность предполагает решение конкретных задач и проблем, подчиненных реальной цели с опорой на научно-технические знания, знания из естественных наук (математики, физики, химии, биологии, географии, информатики) с применением разнообразных инструментов и технологий. Инженерная деятельность носит форму изобретательства (исследования, проектирования, моделирования, конструирования), практическая реализация которой проходит полный технологический цикл инженерно-конструкторской разработки от идеи, гипотезы до внедрения (см., например, [13, с. 7]).

На волне информационной революции, когда у человека появились новые инструменты деятельности в виде ИКТ, его усилия нацеливаются на позитивный результат целого ряда смежных практик, объединенных областями нано-, био- инфо-, когнитивных и социогуманитарных технологий (НБИКС — NBICS), сливающихся в единую систему конвергентных технологий. Поэтому нельзя не признать, что в настоящее время способы организации человеческого мышления изменились и это не могло не сказаться на способах организации инженерного мышления, которые задействуют новые ресурсы, связанные в основном с естественно-научным, проектным и конструкторским мышлением — базовыми составляющими инженерного мышления.

Естественно-научное мышление предоставляет учащемуся — будущему инженеру возможность оперировать знаниями предметов естественно-научного цикла в их межпредметном взаимодействии, что выражается в достижении предметных и личностных образовательных результатов. *Проектное мышление* управляет поиском актуальных технических проблем и их решений, генерацией идей и воплощением их в проекты путем овладения широким набором познавательных и регулятивных универсальных учебных действий. *Конструкторское мышление* дает возможность создавать опытные образцы изделий (прототипы) и проводить технические эксперименты, формируя тем самым производственно-технологические навыки учащихся.

Развитое естественно-научное мышление должно, прежде всего, опираться на системное знание предметов математического и естественно-научного профилей. Системность знания предполагает такую

организацию знания в представлении учащихся, которая соответствовала бы структуре самой научной теории: «Системные знания — это знания, структурирующиеся в сознании школьника по схеме: основные научные понятия — основные положения — следствия — приложения» [14, с. 4–5]. С точки зрения формирования инженерного мышления последний этап — приложение знания — воплощает в себе практическую фазу инженерной деятельности, результатом которой является готовое изделие в его физическом выражении.

Структурированное (системное) естественно-научное мышление не только способствует успешной учебно-познавательной деятельности, связанной с подготовительной работой — изучением литературы, поиском подобных задач и путей реализации их решений, оценкой возможных рисков, но — и это главное — формирует у учащихся мотивацию к генерации новых идей и выдвижению правдоподобных гипотез. Это означает, что помимо познавательной цель формирования естественно-научного мышления — проявить личную интеллектуальную заинтересованность, связать полученные знания с практикой, экспериментом и получить на выходе готовый продукт деятельности в виде материального объекта, реализующего творческий замысел автора.

Помимо усвоения знаний предметов естественно-математического цикла, ценностного отношения к окружающему миру и возможностей человека (через признание общечеловеческих ценностей в области духовной и материальной культуры), а также понимания необходимости сохранения человеческой идентичности развитое естественно-научное мышление предполагает формирование целостного мировоззрения учащихся в соответствии с научной картиной мира, которая соответствует современному этапу развития наук и технологий, воплощенному в общественной практике [10, с. 148]. Этими факторами обусловлен межпредметный характер естественно-научного мышления, опирающегося на целый спектр школьных предметов, необходимых для усвоения знаний и моделирования природных, технических и технологических процессов (см. классификацию межпредметных связей в [15, с. 233–236, 240]).

Особое место в формировании естественно-научного мышления школьника играет математика. Математическое мышление может рассматриваться как «основа для рационального мышления, формирования критериев рациональности знания в разных сферах профессиональной деятельности и формирования жизненных стратегий в целом» [16, с. 72–73]. Среди целей такого взгляда на математические способности авторы [16] выделяют «формирование базовых приемов рационального рассуждения, анализа и аргументации на материале практических задач, разрешаемых при помощи математических знаний и интуиции. Математическое знание и приемы мышления нацелены на практики, требующие рационального и осмысленного принятия решений, на практики управления, а формирование вкуса к сложному мышлению основывается на постановке необычных задач, поиске неочевидных связей и отношений». Например, в процессе решения математических задач на доказательство [17] учащиеся получают устойчивые навыки подтверждения или

опровержения своих гипотез, необходимые им при обосновании выдвигаемых идей и найденных решений не только в области «чистой математики», но и в прикладных предметных областях, в первую очередь в физике и информатике (программировании). Иными словами, выражение «математический склад ума» не является чем-то нематериальным, а имеет под собой определенные осязаемые основания, свидетельствующие о способности человека эффективно решать сколь угодно сложные задачи [18] — способности, формируемой в детстве и развиваемой на протяжении всей активной фазы профессиональной деятельности.

Развитое проектное мышление означает способность учащегося пройти все стадии этапа проектирования — от технического, или проектного, задания и концепции через исследование и анализ возможных вариантов, рассмотрение способов их оптимизации до получения технического решения в виде виртуальной или реальной модели и ее экспериментальных (лабораторных) испытаний. Цель этапа проектирования — выработать концепцию будущей модели — опытного образца, или прототипа, — некоего идеализированного объекта, удовлетворяющего определенным требованиям и обладающего заданными характеристиками. Для этого может быть важным моделирование объекта на промежуточных этапах прототипирования, когда принимается решение о целесообразности дальнейших действий.

Выработанная концепция выступает как описание способа получения результата инженерной разработки и создания виртуальной модели, а также программы ее лабораторных испытаний. Что касается документации, то на этапе проектирования она может состоять из эскиза проектируемой модели и примерной технологической карты процесса ее изготовления и лабораторных испытаний: «В отличие от опытного способа изготовления объекта в материале и опробования его на практике при проектировании объект разрабатывается в плоскости “семиотической” (знаковой и на схемах)» [10, с. 246–247]. С одной стороны, проект выступает как система предписаний, а с другой — как модель создаваемого объекта.

Специалисты выделяют базовые и комплексные концепции, которые необходимы на этапе проектирования прототипа. К ним относятся физические и функциональные принципы действия образца, принципы измерения и устранения противоречий, набор оптимальных значений параметров. Комплексные концепции представляют собой совокупность взаимосвязанных базовых концепций, объединенных в единое целое и представляемых концептуальной схемой: «В результате такого выделения появляется возможность рассматривать поиск технических идей и новых решений как отдельный и обязательный этап проектирования любого изделия» [13, с. 9–10].

На этапе проектирования важно соблюдать ряд принципов, самым «жизненным» из которых является принцип природосообразности* реализуемого

замысла. Он означает, что любое техническое решение в ряду альтернативных предложений и идей должно:

- соответствовать реальным потребностям человека, т. е. быть целесообразным;
- не противоречить законам природы, т. е. быть научно обоснованным;
- быть «выносимым» с точки зрения здоровья-сбережения, т. е. способным нивелировать возникающие риски по параметрам временных, материальных и трудовых затрат разработчиков, изготовителей и эксплуатантов изделия;
- быть экологичным, т. е. не противоречить базовым принципам защиты окружающей среды.

Конструирование — это практическая «реализация определенной стратегии создания нужного инженеру объекта, позволяющая, опираясь на конструктивные элементы и способы их сборки, построить нужную конструкцию» [10, с. 171]. Конструкторская документация — обязательный компонент этапа конструирования — состоит из комплекта схем, чертежей, спецификаций, пояснительной записки, инструкций, программы и методики испытаний, экспертного заключения по результатам апробации созданного прототипа и прочих документов.

Поскольку итогом этапа конструирования является демонстрация опытного образца изделия, выдержавшего лабораторные испытания, и пакета конструкторской документации, то очевидно, что развитое конструкторское мышление предполагает овладение комплексными инженерными компетенциями по составлению конструкторской документации, изготовлению и испытанию реальной модели с проведением измерений и наблюдений, ее презентации, способности оценить ее достоинства и недостатки, оптимизировать, наметить пути совершенствования и модификации.

Информационный подход как основа решения творческих инженерных задач

Еще один немаловажный аспект развитого инженерного мышления состоит в способности решать творческие задачи. В современных условиях для инженерного творчества характерен **информационный подход**, который опирается на представление о процессах и явлениях действительности как информационных процессах, которые описываются информационными понятиями. Согласно исследованию, приведенному в [19], информационный подход к изучению специфики конкретного информационного явления предполагает следующие действия:

- изучение источника и приемника информации и канала связи между ними;
- изучение протекания информационного процесса или информационной структуры явления;
- информационное описание объектов, отношений и связей между ними;
- выявление специфики конкретного проявления информации;
- описание структуры информационных потоков;
- построение информационных моделей [12, с. 80].

* Мы ввели это понятие по аналогии с принципом природосообразности в педагогике, который опирается на положение о том, что «педагогические усилия должны опосредоваться знанием природы учащегося и особенностей его развития» [10, с. 155].

Специалисты в этой области ссылаются на убедительные доказательства эффективности применения информационного подхода в задачах, которые имеют дело с любыми видами сообществ в био-, техно- или социальной сферах. Они применяются:

- в системах с обратной связью;
- в системах передачи информации для повышения качества их работы;
- в самоорганизующихся системах;
- в системах с корреляционными связями;
- в онтологиях — знаниевых системах с много-ступенчатой структурой.

Информационный подход позволяет реализовать новые ресурсы мышления, поскольку напрямую отвечает одному из них, который определяется в [10, с. 293] как «развитие подходов, позволяющих скрещивать различные дискурсы (логические послы — О. К.) и стратегии мышления». Этот подход напрямую соответствует задачам формирования и развития инженерного мышления, поскольку оно, как природный феномен, отражающий способность человека к комплексным видам научно-технической деятельности, может полностью реализовать свой потенциал только в ходе интеграции идей и воплощения их стратегий мыслительной деятельности. Поэтому для подготовки к решению сложных, творческих инженерных задач нашим сегодняшним ученикам необходимо овладеть информационными методами осуществления проектировочных и опытно-конструкторских практик, которым в курсе информатики целенаправленно не обучают.

Наиболее благоприятные условия для формирования и развития инженерного мышления с элементами технического творчества создаются через коллективное сотрудничество учащихся в ходе осуществления учебно-исследовательской и проектной деятельности путем воплощения их творческих идей в конструкторских разработках как в реальной школьной практике, так и в объединениях дополнительного образования технической направленности.

Весьма продуктивной является *коллективная форма инженерного мышления*, которая предполагает творческую проектную деятельность в команде, когда каждый ее член отвечает за определенный участок работы: «Проектирование становится самостоятельной сферой деятельности, когда происходит разделение труда между архитектором (конструктором, расчетчиком, чертежником) и собственно изготовителем (строителем, машиностроителем); первые начинают отвечать за “семиотическую”, интеллектуальную часть работы (конструктивные идеи, чертежи, расчеты), вторые — за создание материальной части (изготовление по чертежам изделия)» [10, с. 245]. Лабораторные испытания проводятся командой в полном составе — сначала в виртуальных лабораториях, а затем на реальных стендовых установках.

Какие **модели обучения** могут применяться для создания атмосферы коллективного научно-технического творчества? М. А. Холодная выделяет восемь психологически ориентированных моделей обучения, основанных на особенностях интеллектуального и психического становления ребенка в процессе развития его мыслительных способностей: свободную, диалогическую, личностную, обогащающую, раз-

вивающую, структурирующую, активизирующую и формирующую [20, с. 211–214].

Обогащающая модель, предложенная авторским коллективом под руководством Э. Г. Гельфман и М. А. Холодной, разрешает противоречие между необходимостью создания условий для напряженной и продуктивной интеллектуальной работы ребенка и его потребностью накапливать собственный ментальный опыт с учетом индивидуального познавательного стиля. Эта модель концентрирует в себе и развивает личностно-ориентированный подход к обучению, когда учащемуся необходима помощь, чтобы «сформировать свой собственный ментальный мир. Имея же необходимые интеллектуальные ресурсы, ребенок впоследствии самостоятельно сможет решить, над чем и как он будет думать» и что и как он будет делать [20, с. 216].

В контексте коллективного творчества обогащающая модель обучения позволяет каждому члену команды проявить свои наиболее востребованные в ходе совместной деятельности качества для получения общего результата работы над проектом. Кроме того, примером реализации обогащающей модели на практике является ТРИЗ (теория решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллера), которая предоставляет учащимся способы совершенствования творческого процесса и проявления индивидуального творческого потенциала в области знаний о механизмах и методах решения изобретательских задач.

О некоторых ресурсах ИКТ для формирования инженерного мышления

В заключение перейдем к **обзору некоторых ресурсов ИКТ**, которые могут быть использованы как инструменты формирования инженерного мышления в будущем курсе «Инженерные технологии» для старших классов средней школы.

Прежде всего, следует упомянуть систему автоматизированного проектирования и черчения **AutoCAD** (Automatic Computer Aided Design — в переводе «автоматическая система компьютерного проектирования»), первая версия которой была разработана компанией Autodesk в 1982 году [21]. Программная среда AutoCAD предназначена для работы в таких отраслях промышленности, как архитектура, строительство, электротехника, машиностроение. С ее помощью можно осуществлять 2D-построения и 3D-моделирование, т. е. не только прорисовывать плоскостные проекции, но и выполнять визуализацию сложных объемных фрагментов с возможностью их преобразования в реалистичные модели. Кроме того, она используется для создания проектной и конструкторской документации в виде чертежей и спецификаций комплектующих элементов.

Учебное пособие Д. Г. Копосова «Введение в цифровую электронику. Практикум для 10–11 классов» [9] содержит практические задания по сборке электрических цепей, знакомит учащихся с понятием логического элемента, импульсного цифрового устройства — триггера, учит создавать простые системы сбора и обработки данных с использованием мобильного лабораторного комплекса **NI myDAQ** (Data Acquisition Device — в переводе «устройство для сбора данных»). Этот комплекс представляет

собой мобильную установку, предназначенную для решения инженерных задач на уровне эксперимента. Установка имеет в своем составе портативные программируемые средства измерений, разработанные для проведения практических занятий в лабораторных и полевых условиях.

Новейшая разработка российской компании «Метод», получившая имя «**Новатор**», первая версия которой увидела свет в 2009 году, представляет собой изобретающую программу, способную осуществлять концептуальное проектирование с помощью метода, основанного на широкой базе научно-технических знаний [13, с. 353–371]. Программа предлагает конкретные способы решения технических проблем, не требующие дальнейшего домысливания, и на выходе выдает законченные варианты концепции разрабатываемой технической системы. Авторы заложили в программу дополнительные функции: ее можно использовать для анализа проблемных ситуаций и поиска научно-технической информации. В этих случаях пользователь получает материалы в виде аналитического и исследовательского отчета. Кроме того, программа может использоваться как техническая энциклопедия, поскольку заложенная в нее база знаний содержит описание технических концепций, технически значимых эффектов, инженерный справочник и терминологический словарь.

Заключение

Необходимость использования инструментов ИКТ на этапе формирования инженерного мышления учащихся средней школы обусловлена сложным, комплексным характером инженерно-технической деятельности. Поэтому в будущем курсе «Инженерные технологии» для X–XI классов сторонникам материальных технологий не стоит, ссылаясь на пропасть между реальным и виртуальным миром, совсем пренебрегать ИКТ, которые являются источником постоянно обновляемых теоретических, технологических и методических ресурсов для всех областей знаний, доказательством чему является информационный метод творчества, способный благодаря ИКТ и далее развиваться в условиях конвергенции наук, производств и широкого спектра технологий.

Подводя итог, позволим себе согласиться с мнением тех специалистов, которые считают, что в школьном курсе «Технология», тем более в будущем курсе «Инженерные технологии», нельзя полностью подменить материальные технологии информационными. ИКТ, которые изучаются в рамках смежного, но совсем иного школьного курса, должны играть в курсе «Технология» не заместительную и даже не главенствующую, а инструментальную роль. Применение ИКТ оправдано либо для выполнения рутинной работы по поиску информации в сети, составлению технической документации и прочих видов «нематериальной» деятельности, необходимой при реализации любого проекта, либо для программирования или использования готовых программ при выполнении творческих заданий, таких, например, как создание объектов путем 3D-моделирования и 3D-печати, разработка программного и информационного обеспечения робототехнических изделий

в виде управляемых, самоуправляемых или интеллектуальных систем и пр.

Это означает, что информационные технологии должны предоставлять предметной области «Технология» в ее сегодняшнем варианте различный уровень ИКТ-поддержки ровно в той же степени, как это происходит при их взаимодействии со всеми остальными сферами учебно-познавательной деятельности учащихся в других предметных областях.

Список использованных источников

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644). http://минобрнауки.рф/документы/938/файл/749/приказ_Об_утверждении_1897.pdf
2. McCready M. J. Defining engineers: how engineers think about the world. <https://www3.nd.edu/~mjm/engineer.essay.pdf>
3. Robinson J. A. Engineering Thinking and Rhetoric. <http://www.intuac.com/userport/john/writing/nthinking.html>
4. Stephan E. A., Bowman D. R., Park W. J., Sill B. L., Ohland M. W. Thinking Like an Engineer: An Active Learning Approach. Harlow: Pearson, 2017.
5. Why Engineering Thinking? <https://engineeringthinking.wordpress.com/>
6. Aoun J. E. Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence. Massachusetts: The MIT Press, 2017.
7. Rashidov A. M., Kuimova M. V. About development of engineering thinking // Молодой ученый. 2015. № 9. С. 1476–1477.
8. Бешенков С. А. и др. Технология. 5–8 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016–2017.
9. Копосов Д. Г. Введение в цифровую электронику. Практикум для 10–11 классов. http://files.lbz.ru/authors/technologia/1/cifr-el_koposov.pdf
10. Розин В. М. Мышление: сущность и развитие. Концепции мышления. Роль мыслящей личности. Циклы развития мышления. М.: ЛЕНАНД, 2015.
11. Сазонова З. С., Четчина Н. В. Развитие инженерного мышления — основа повышения качества образования: учебное пособие. М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2007.
12. Шимукович П. Н. Информационный метод творчества: Информация, язык, семиотика, ТРИЗ на службе инноваций. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017.
13. Глазунов В. Н. Концептуальное проектирование: Теория изобретательства: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2018. <http://www.method.ru/production/novator/novator/>
14. Зорина Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. М.: Педагогика, 1978.
15. Провоторова Н. А. Межпредметные связи: формирование познавательной активности школьников. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2007.
16. Ермаков С. В., Попов А. А., Аверков М. С., Глухов П. П. Развитие математического мышления в практиках открытого образования. М.: ЛЕНАНД, 2017.
17. Krantz S. G. The Proof is in the Pudding. The Changing Nature of Mathematical Proof. NY: Springer, 2011.
18. Oakley B. A. Mind for Numbers. How to Excel at Math and Science. NY: Penguin RHC, 2014.
19. Семенюк Э. П. Информационный подход к познанию действительности. Киев: Наукова думка, 1988.
20. Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2002.
21. Система автоматизированного проектирования AutoCAD. <http://www.zwsoft.ru/stati/obzor-programmy-autocad>

COMPONENTS OF ENGINEERING THINKING AND THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THEIR FORMATION

O. M. Korchazhkina¹

¹ *Institute for Cybernetics and Informatics in Education of the Federal Research Centre "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

119333, Russia, Moscow, ul. Vavilova, 44, building 2

Abstract

The article discusses a problem why digital economy is short of engineering personnel for its development, and the crucial need to form secondary school students' engineering culture as teenagers and young people are potential specialists for the scientific and industrial sphere in the NBICS surrounding. It became possible to identify the problematic field of further research and practical decision-making in the area by studying and analyzing normative documents of the federal level; scientific, methodological and educational literature for secondary school; the experience of Moscow secondary school teachers of Math, Science, Technology, Computer Studies. The research also focuses on the basic components of *engineering thinking* that are science and design thinking along with their characteristics and specific features being formed at the stage of basic and secondary general education in Russia. ICT tools that contribute to the formation and development students' engineering thinking within Technology Studies are considered. The detailed conceptualization of *engineering thinking* from both theoretical and practical points of view creates necessary circumstances to form a generalized view of end-to-end training of future engineering and technical personnel for the domestic economy — from school to University. Such support in clarifying some conceptual positions in Technology Studies will be a subject of interest for textbooks' authors, methodologists, teachers, practitioners and many others interested and working in secondary education. It will help to update the content lines of present Technology Studies textbooks, as well as to design the profile coursebook "Engineering Technologies" for high school students.

Keywords: engineering culture, engineering thinking, science knowledge, design projects, Technology Studies.

For citation:

Korchazhkina O. M. Sostavlyayushhie inzhenerenogo myshleniya i rol' IKT v ikh formirovanii [Components of engineering thinking and the role of information technologies in their formation]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 6, p. 32–38. (In Russian.)

Received: August 10, 2018.

Accepted: August 20, 2018.

About the author

Olga M. Korchazhkina, Ph.D. of Engineering Sciences, Senior Researcher in Institute for Cybernetics and Informatics in Education of the Federal Research Centre "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow; olgakomax@gmail.com

НОВОСТИ

Intel выпустил россыпь крошечных ПК

Intel официально представил сразу несколько компактных компьютеров семейства NUC. В их число вошли пять комплектов Bean Canyon без оперативной и постоянной памяти и ОС, а также два полноценных мини-ПК Crimson Canyon.

Новые *Bean Canyon* получили названия NUC8i7BEH, NUC8i5BEH, NUC8i5BEK, NUC8i3BEH и NUC8i3BEK. Аппаратной основой для них послужили процессоры восьмого поколения Intel Core i7, i5 и i3, известные под кодовым именем Coffee Lake-U. За графику отвечает решение Intel Iris с eDRAM. Компания предлагает использовать *Bean Canyon* в домашних кинотеатрах, а также для создания контента или работы с голосовым помощником. В комплекты можно поставить до 32 ГБ оперативной памяти. Из портов присутствуют три USB 3.1 и по одному USB 2.0 и USB-C с поддержкой Thunderbolt 3. Есть также выходы HDMI 2.0a, RJ45 и кардридер. Цена новинок составит от \$300 до \$500.

Мини-ПК *Crimson Canyon* получили названия NUC8i3CYSM и NUC8i3CYSN. Это первые потоковые NUC, которые комплектуются дискретной графикой. Они выполнены на основе восьмого поколения процессоров Intel Core i3-8121U и отличаются друг от друга количеством оперативной памяти — 4 ГБ и 8 ГБ. Дискретные графические процессоры AMD Radeon 540 оснащены 2 ГБ графической

памяти. Intel обещает, что они дадут возможность играть с разрешением 1920×1080 (Full HD) в такие популярные игры как *League of Legends*, *Team Fortress 2* и *Counter-Strike: Global Offensive*. Мини-ПК также укомплектованы постоянной памятью объемом 1 ТБ, есть возможность подключения по Intel Wireless-AC 9560 CNVi 802.11ac Wi-Fi плюс Bluetooth 5, имеется два выхода HDMI 2.0a и четыре порта USB 3.0. В качестве ОС используется Windows 10 Home. Размеры корпуса составляют 117×112×52 мм.

NUC (Next Unit of Computing) — это настольные ПК производства Intel, выполненные в миниатюрном форм-факторе. Они были впервые представлены потребителю в 2013 году. В настоящий момент выпущено уже несколько поколений этих компьютеров. Первое поколение работало на процессорах Sandy Bridge Celeron, второе — на Ivy Bridge Core i3 и Core i5. В третьем была использована архитектура Haswell. Изначально Intel не планировал делать NUC особенно мощными, но от поколения к поколению количество моделей с высокими характеристиками все возрастало. Примечательно, что Intel продает эти платы и отдельно, причем для них существуют кейсы с дополнительной аппаратурой других производителей. Базовый NUC состоит из платы, пластикового корпуса с кулером, внешнего блока питания и монтажной пластины VESA.

(По материалам CNews)