

Формирование базовых компетенций для будущей инженерной деятельности в условиях ускорения научно-технического прогресса



В. В. Жуков,
генеральный директор,
ООО «Дестино и Ко»
joukovit@mail.ru



С. Ю. Ляпина,
д. э. н., профессор, кафедра
менеджмента инноваций,
Институт менеджмента ин-
новаций, Национальный ис-
следовательский университет
Высшая школа экономики



В. Н. Тарасова
д. ист. н., профессор,
зав. кафедрой инновационных
технологий, Российский
университет транспорта
(МИИТ)

Статья посвящена проблеме обеспечения будущей потребности в научно-технических специалистах. Предлагается решение в виде выстраивания последовательной траектории формирования у детей дошкольного возраста, начальной и средней школы пространственного мышления, креативных компетенций и интереса к научно-техническому творчеству. Приведен анализ недостатков подходов к организации детского технического творчества и кружкового движения, в которых использование компьютерных технологий является избыточным и несвоевременным. Рассмотрены проблемы социализации детей и формирования у них базовых инженерных компетенций, обусловленные недостаточным развитием мелкой моторики, трехмерного мышления и разделения реального и виртуального мира.

Основным решением обозначенной в статье проблемы является встраивание программы обучения детей с 5-летнего возраста в модель сети детских технопарков и кружков детского технического творчества, которые ориентированы на детей старше 14 лет. Предлагаемый подход ориентирован на развитие у детей дошкольного, начального и среднего школьного возраста инженерного и логического мышления, на осознание сути технологического процесса и выработку технического творчества, конструирования и моделирования трехмерных объектов материального мира.

Ключевые слова: пространственное мышление, базовые инженерные компетенции, научно-техническая и инновационная деятельность, программы дополнительного образования детей

Согласно современным исследованиям ([5, 6] и др.), инновационное развитие любой социально-экономической системы в современных условиях базируется на применении новых знаний в сфере общественного производства и социуме. Инновация рассматривается как результат применения на практике достижений науки, техники и технологий (в широком смысле). Поэтому приращение знаний во всех отраслях науки становится одним из основных драйверов инновационных процессов, как это было доказано в ряде публикаций отечественных и зарубежных исследователей ([2-4] и др.). Осознание значимости этого фактора приводит к постоянному росту численности занятых в научно-технической сфере, при этом темпы роста научных кадров в стра-

нах – технических лидерах или в странах, демонстрирующих высокие темпы экономического развития, на протяжении последней четверти века оставались достаточно высокими (табл. 1).

Осознание значимости новых знаний в процессе социально-экономического развития привело к возникновению нового феномена – формированию нового типа социума – экономики, основанной на знаниях [1]. Трансформация российской экономики именно в данном направлении декларируется практически во всех программных документах, принятых руководством Российской Федерации в течение последних 15 лет, именно поэтому исследования в данной области имеют не только сугубо научное, но и общественно-политическое и практическое значение.

Персонал, занятый исследованиями и разработками, по странам (тыс. чел.-лет; в экв. полной занятости) [9], расчет темпов роста выполнен авторами

	1994	2000	2014 или ближайшие годы, по которым имеются данные	
Россия	1264	1007	829	-1,7% в среднем за год (за 20 лет)
Бразилия	...	133	267	+7,2% в среднем за год (за 14 лет)
Великобритания	268	289	362	+1,8% в среднем за год (за 20 лет)
Германия	...	485	604	+1,8% в среднем за год (за 14 лет)
Индия	...	318	441	+2,8% в среднем за год (за 14 лет)
Италия	144	150	253	+3,8% в среднем за год (за 20 лет)
Канада	144	168	223	+2,7% в среднем за год (за 20 лет)
Китай	783	922	3533	+17,6% в среднем за год (за 20 лет)
Республика Корея	...	138	201	+3,3% в среднем за год (за 14 лет)
Франция	315	328	421	+1,7% в среднем за год (за 20 лет)
Япония	828	897	867	+0,2% в среднем за год (за 20 лет)

Для становления и развития экономики, основанной на знаниях, необходимо, чтобы, с одной стороны, обеспечивался процесс постоянного приращения знаний, то есть обеспечивалась высокая результативность науки и научно-технической сферы, а, с другой — социум должен быть готов воспринимать и применять на практике новые знания, что обуславливает возрастание роли образования и информационной инфраструктуры общества. При этом динамика инновационного развития общества во многом определяется двумя типами обратных связей: качеством подготовки кадров для научно-технической сферы и эффективностью образовательных методов и технологий (рис. 1).

В условиях возрастания темпов приращения знаний возникает разрыв, обусловленный наличием временных лагов между научно-техническими и технологическими достижениями и подготовкой кадров: новые технологии требуют новых компетенций, для формирования которых необходимо время на осознание новых знаний и разработку адекватных и эффективных методов и инструментов их распространения. Частично данный разрыв в современном обществе преодолевается за счет интеграции науки и образования в университетах, где студенты нередко принимают участие в актуальных научных исследованиях и технологических проектах, обучаясь в процессе реальной исследовательской или проектной деятельности (например, по технологии action learning или learning by doing) ([7, 8] и др.).

Однако если речь идет о базовых компетенциях, то интеграция научно-технологической деятельности и обучения лишь на ступени высшего образования нередко оказывается недостаточной, поскольку не-

обходимые знания, умения и навыки формируются значительно раньше и в определенные временные отрезки жизни человека.

Классическим примером являются феральные дети, которые росли в условиях крайней социальной изоляции или воспитывались животными, вследствие чего оказалась практически невозможной их социальная реабилитация. «Те, кто жил в обществе животных первые 3,5-6 лет жизни, практически не могут освоить человеческий язык», отмечает детский психолог В. И. Лубовский [10].

Однако даже в социально более благополучных условиях воспитания и образования недоразвитие базовых компетенций у детей впоследствии может стать препятствием к освоению профессиональных знаний, умений и навыков. Так, в последние годы в ряде стран мира были отмечены случаи, когда замена традиционных детских игрушек на планшеты и другие гаджеты в раннем младенческом возрасте приводила к тому, что у детей врожденный хватательный рефлекс не перерастал в целенаправленное схватывание, и, по заключению специалистов, в дальнейшем у таких детей, как правило, плохо формируются мануальные навыки [11].

Более того, в отсутствии базовых компетенций нередко невозможно освоение новых знаний и формирование навыков применения новых технологий.

Так, одной из важнейших базовых компетенций, формируемой в раннем возрасте и впоследствии являющейся ключевой для научно-технологической и инженерной деятельности, является пространственное (трехмерное, 3D) мышление, под которым понимают особый вид умственной деятельности, связанный с созданием

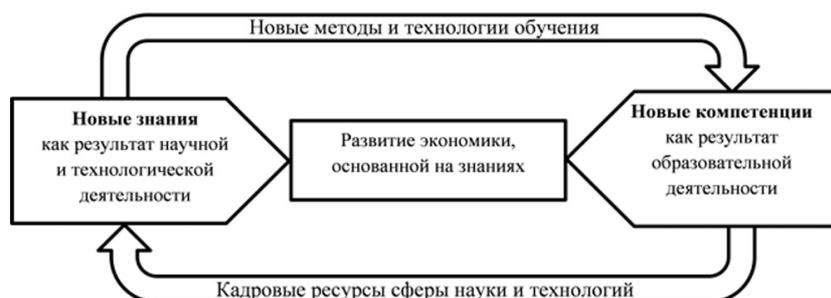


Рис. 1. Основные факторы формирования и развития экономики, основанной на знаниях (обобщение авторов)

объемных образов, и использование этих образов при решении интеллектуальных задач широкого профиля. Однако для детей с неразвитым пространственным мышлением становятся недоступными профессии оператора беспилотных летательных аппаратов, они не способны дистанционно управлять инструментами ни в области телемедицины, ни в чистом производстве. По мнению психологов, «инженер не справится с разнообразными задачами проектирования машин, если его пространственное мышление не сформировано. Конструктор должен иметь на соответствующем этапе проектирования отчетливый мысленный образ создаваемой машины...» [13, 18].

Однако в настоящее время при проведении вступительных испытаний на программы магистратуры авторы неоднократно сталкивались с ситуацией, когда абитуриенты разных технических вузов, завершив обучение по различным программам инженерного или естественнонаучного профиля с высокими баллами по всем предметам, были неспособны не только построить элементарное сечение куба по трем точкам, но вообще «не видели» объемного куба в плоском изображении (рис. 2). При проведении собеседования было также выявлено, что такие дисциплины, как «Инженерная графика» и/или «Начертательная геометрия» были построены на основе использования различных систем автоматизированного проектирования и не предполагали «работы руками». Примерно с такой же ситуацией один из авторов столкнулся около 20 лет назад в Технологическом университете Джорджии: будущие архитекторы не умели рисовать и не понимали законов перспективы, поскольку все свои проекты также выполняли на компьютерах. Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время проблема возникновения дефицита трехмерного (пространственного) мышления у будущих инженеров носит общий, а не локальный характер и во многом обусловлена применением компьютерных технологий без формирования базовых компетенций.

При этом, по мнению психологов, «развитое пространственное мышление впоследствии даст мальшу существенное преимущество перед сверстниками — такие дети проще ориентируются в новой местности, проще справляются с новыми видами деятельности, что в конечном итоге приводит к их большей успешности — сначала в учебе, а затем и в трудовой деятельности» [12].

Необходимо подчеркнуть, что будущее инновационное развитие страны все в большей степени становится зависимым от уровня сформированности основных инженерных компетенций у современных детей, особенно тех компетенций, которые развиваются лишь на определенных стадиях развития человеческого интеллекта.

Центры молодежного инновационного творчества России активно работают с учащимися средней и старшей общеобразовательной школы по популяризации научно-технического творчества, в том числе 3D-моделированию, сканированию, прототипированию, работе на станках с ЧПУ и другим цифровым технологиям [23]. Но, по мнению ряда ученых и специалистов [12, 13], упоминаемое уже 3D- (пространственное)

мышление как базовая компетенция наиболее быстро и устойчиво формируется у детей в период от 3 до 8 лет, тогда как по достижении 12-15 лет сформировать у школьников умения и навыки видения и осознания перспективы практически невозможно, особенно если к этому моменту они начали активно работать с компьютером или другими гаджетами. При этом экспериментально доказано, что отсутствие 3D-мышления приводит к «топографическому кретинизму» и отсутствию «инженерного сознания».

Еще одной проблемой является развитие у детей мелкой моторики, или способности производить скоординированные и точные движения кистями и пальцами рук с небольшими усилиями и траекториями, что требует синхронизации работы нервной, мышечной и костной систем. В. А. Сухомлинский писал: «Источники способностей и дарований детей — на кончиках их пальцев. От пальцев, образно говоря, идут тончайшие ручейки, которые питают источник творческой мысли. Чем больше уверенности и изобретательности в движениях детской руки с орудием труда, чем сложнее движения, необходимые для этого взаимодействия, тем ярче творческая стихия детского разума, тем больше наблюдательности, зоркости, внимательности, способности исследовать в деятельности ребенка...» [14].

В настоящее время практически все специалисты в области развития детей сходятся во мнении о том, что развитие мелкой моторики у детей неразрывно связано с развитием речи. Анатомами убедительно доказано, что примерно 34% площади двигательной проекции коры головного мозга занимает проекция кистей рук, которая находится в непосредственной близости к речевой зоне (зонам Брока и Вернике). Помимо речи развитие микромоторики влияет на интеллектуальную активность и креативность, обуславливает формирование логического мышления, способствует улучшению памяти, зрительного и слухового восприятия, формируют навыки концентрации внимания.

Однако все более часто в современной семейной практике фиксируется раннее приучение детей к использованию компьютеров и гаджетов; виртуализация игр и игрушек приводит к размыванию представления об объективной реальности и утрате базовых навыков и представлений о реальном мире, а это впоследствии приводит к ошибкам и просчетам в профессиональной сфере.

Появление новых игрушек без адекватной психолого-педагогической экспертизы и анализа их

Постройте сечение куба плоскостью по 3 заданным точкам.

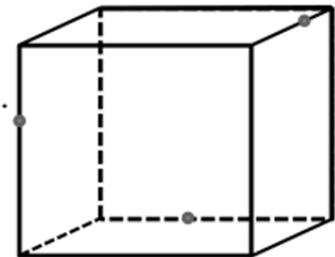


Рис. 2. Пример задания при проведении вступительных испытаний в магистратуру по направлению 27.04.05 «Инноватика», вызывающего трудности у некоторых студентов (материалы авторов)

дидактических возможностей создает дополнительную угрозу отрицательного влияния на формирование базовых компетенций у детей, на основе которых в дальнейшем развиваются профессиональные знания, умения и навыки, необходимые для работы в научно-технической сфере.

В течение последних десятилетий бизнес, занятый производством игрушек, очень быстро интегрирует в свои продукты достижения науки и техники, и все более часто высокотехнологичные игрушки вытесняют традиционные: виртуальные электронные животные заменяют механических, компьютерные игры приходят на смену материальным, аудио- и видеовоспроизводящие устройства замещают привычные бумажные книги... Этот перечень можно продолжить. Слишком быстрый прогресс приводит к тому, что, стремясь в максимальной степени интегрировать достижения современной техники и технологий в игрушки, производители нередко вольно или невольно совершают ошибки, в результате которых у детей деформируются личности и возникают фобии и зависимости. Ряд современных теоретиков педагогики [15] приводит достаточно широкий перечень опасных игрушек, которые распространились по всему миру. Появление игрушек и игр нового типа неизбежно ведет к изменению формируемых у детей базовых компетенций. Вероятно, наиболее ярким примером является использование планшетов для игр в раннем возрасте, что приводит к деформации традиционных функций мелкой моторики у детей: движения, обеспечивающие захват и удержание предметов, заменяются выпрямлением пальцев и отталкиванием от поверхности.

В то же время из-за постоянно ускоряющихся темпов научно-технического прогресса в современном обществе не остается времени для того, чтобы накопить, обобщить и проанализировать практику использования новых игрушек, исследовать их влияние на сознание и психологию очередного поколения, формируемые базовые компетенции детей. Следует уточнить, что статистически достоверных моделей, доказывающих прямую связь между факторами научно-технического прогресса и происходящими изменениями в структуре базовых компетенций пока нет, поскольку нет релевантной и репрезентативной

информационной базы для проведения подобного анализа. Пока можно лишь качественно исследовать характер влияния индустрии игрушек на воспитание и обучение детей, исходя из косвенных признаков проявления этого влияния.

Еще одним трендом, который отмечается в течение последней четверти века, является сокращение интереса как родителей, так и детей к научно-технической и инженерной деятельности. Снижение интереса к научно-техническому творчеству наиболее часто отмечается у подростков и молодежи, для которых высококвалифицированный физический труд в последнее время утрачивает свой престиж, а необходимость приложения каких-либо усилий — интеллектуальных или физических — воспринимается как непомерная плата за достигаемый результат.

Как свидетельствует статистика российского рынка услуг дополнительного образования для детей, наибольшую популярность имеют обучение иностранным языкам, спортивное и музыкальное образование. Одновременно с этим отмечается снижение престижа научной деятельности и инженерного труда. В итоге, интерес к детскому техническому творчеству и востребованность дополнительного образования, ориентирующего детей на дальнейшую научно-исследовательскую или инженерно-техническую профессиональную деятельность, остается недостаточно высоким, чтобы покрыть будущие потребности в квалифицированных кадрах науки и инновационного производства.

Исходя из обобщения всего вышесказанного, актуальной задачей обеспечения устойчивого научно-технологического и инновационного развития в будущем становится развитие новых подходов к образованию детей, позволяющих развивать базовые компетенции, на основе которых у следующего поколения научных и инженерных кадров должны формироваться профессиональные знания, умения и навыки, необходимые для успешной и продуктивной работы в научно-технической сфере. Решение данной задачи требует формирования новых подходов к обучению детей (рис. 3).

Поскольку традиционные методы образования и воспитания в современной российской школе, как правило, не ориентированы на развитие креативности,

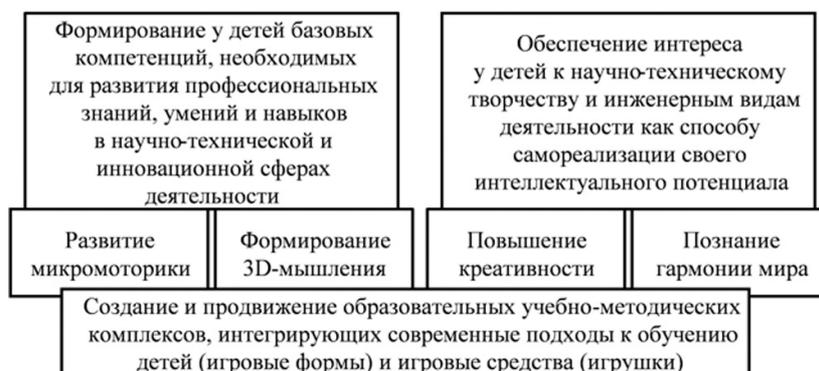


Рис. 3. Предпосылки для формирования нового методического подхода к обучению, ориентированному на развитие у детей базовых компетенций и интереса к работе в научно-технической и инновационной сферах деятельности (разработка авторов)



Рис. 4. «ПреКвантум» как необходимое дополнение развития модели функционирования детского технопарка «Кванториум» (предложение авторов)

инициативности, критического мышления и поиск собственного решения нестандартных (нетиповых) задач, решение проблемы удовлетворения будущих кадровых потребностей в научно-технической и инновационной сферах деятельности наиболее просто решается в системе дополнительного образования детей.

Осознание важности выстраивания процесса развития базовых знаний, умений и навыков, необходимых для будущей научно-исследовательской и инженерной деятельности, привело к выделению данной задачи в самостоятельное направление Национальной технологической инициативы, где разработана «дорожная карта» по развитию кружкового движения [16]. В долгосрочной комплексной программе по созданию условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках значительная роль отводится развитию научно-технического творчества среди подрастающего поколения.

Одним из направлений в данной программе является открытие сети детских технопарков, одна из концепций функционирования которых получила название «Кванториум» (рис. 4).

Детские технопарки по модели «Кванториума» и их «квантумы» (кружки по отраслям науки) действительно способны оказать содействие решению проблемы научно-технического и технологического развития страны в будущем за счет выращивания креативного, технически образованного и инициативного поколения. Однако, к сожалению, эта модель, ориентированная на работу с детьми начиная с 14-летнего (старшего школьного) возраста, не решает проблемы привлечения в «квантумы» наиболее талантливых и профессионально ориентированных подростков, уже освоивших «азы» инженерного дела или научно-технического творчества, а также обладающих базовыми естественнонаучными знаниями. Более того, анализ показывает, что к этому возрасту детей, обладающих одновременно и необходимыми базовыми компетенциями, и интересом к научно-технической и инновационной сферам, может оказаться значительно меньше, чем это необходимо для динамичного разви-

тия страны в научно-технической и инновационной сферах. Для того чтобы «Кванториум» и подобные ему центры научно-технического творчества не испытывали трудностей с привлечением детей, обладающих необходимыми базовыми компетенциями, следует, как минимум, понизить стартовый возраст работы в детском технопарке или кружке детского научно-технического творчества до уровня, позволяющего сформировать эти базовые компетенции. Именно поэтому авторы предлагают дополнить модель «Кванториума» путем встраивания универсального компонента «ПреКвантум» в форме детского центра интеллектуального развития, где должна обеспечиваться подготовка и ранняя профориентация детей дошкольного, младшего и среднего школьного возраста для дальнейшей их профессиональной профилизации путем перехода в «квантумы».

Цели занятий в «ПреКвантуме» должны включать:

- развитие инженерного логического мышления путем разработки алгоритма последовательности действий и способов соединения различных деталей;
- выработку понимания сути процесса и принципов конструирования предметного (материального) мира, моделирования окружающей реальности;
- формирование практических навыков инженера-конструктора исходя из сборки моделей по пространственным осям координат по инструкциям и собственному замыслу, в процессе индивидуальной и командной работы.

Авторы апробировали подобный подход, используя для целей обучения оригинальный отечественный детский конструктор AVToys [17]. Результаты обучения с использованием этого конструктора, равно как и других механических пластиковых конструкторов с трехмерной неортогональной конфигурацией деталей и сборочных конструкций, проявляются в развитии пространственного мышления и воображения, с одной стороны, и в развитии осознания материальности и пространственных (трехмерных) признаков предметов. Уже по окончании первого цикла обучения дети становятся способными:

- создавать собирательный пространственный образ объекта;
- осознать вариативность способов построения наглядных изображений;
- выработать навыки правильного использования цветowych решений и оптимальных форм при создании собственных конструкций.
- освоить культуру инженерного труда и проявить интерес к научно-технической и инженерной сферам деятельности.

Эти результаты позволяют авторам рекомендовать в качестве методической основы функционирования «Преквантума» и кружков детского научно-технического творчества разработанный ими уникальный учебно-методический комплекс, основанный на использовании в дидактических целях механических пластиковых конструкторов с трехмерной неортогональной конфигурацией деталей и сборочных конструкций. Образовательные программы в этих центрах дополнительного образования детей позволяют сформировать базовые компетенции пространственного мышления, инженерной логики и креативности, а также выработать навыки конструирования и 3D-моделирования для детей дошкольного возраста (5-7 лет), а также учащихся начальной и средней школы (7-13 лет).

Авторы в своей научно-методической и педагогической деятельности использовали каркасно-рамочный тип конструктора AVToys (рис. 5), который по сравнению с популярными зарубежными блочными конструкторами имеет большее разнообразие вариантов стыковок, позволяя соединять блоки не только под прямыми углами. Он также создает возможность построения плоских моделей для малышей по типу мозаики и постепенный переход к созданию трехмерных объемных конструкций. Этот конструктор пред-



Рис. 5. Модели, собранные при проведении занятий по конструированию и дизайну с использованием отечественного конструктора AVToys (фотография выполнена авторами)

назначен также для сборки гибких и кинематических моделей. Размеры деталей конструктора и способы их скрепления между собой способствуют развитию мелкой моторики, а методика проведения занятий обеспечивает формирование коммуникационных навыков и работы в команде.

Использование в качестве основного образовательного инструмента отечественного конструктора AVToys позволяет дополнять наборы новыми деталями (по потребностям образовательного процесса) и интегрировать его с другими известными детскими конструкторами. Способ скрепления деталей в данном конструкторе развивает микромоторику, а цветовая гамма и разнообразие форм деталей позволяют вырабатывать корректные дизайнерские решения. Встраивание подвижных элементов и интеграция с микроэлектронными компонентами в детали конструктора позволяет детям осознать сущность не только статики, но и кинематики, что служит основой для профессионального освоения конструирования роботизированных конструкций в будущем.

Как показывает практика проведения авторами занятий в кружках детского научно-технического творчества на базе интеллектуально-досугового центра «Игры разума» в течение 3 лет, с точки зрения методологии обучения и формирования базовых компетенций предлагаемый в качестве основного инструмента обучения детский отечественный конструктор AVToys существенно превосходит по своим дидактическим характеристикам другие конструкторы, в силу исторических и субъективных причин оказавшихся более популярными на российском рынке образовательных услуг.

Органичное соединение обучения основам конструирования с изложением фактов из истории науки и техники повышает интерес к обучению по математическим и естественнонаучным предметам и формирует склонность к будущим инженерным и технологическим профессиям.

Разработанный и апробированный научно-методический подход к проведению занятий представлен в виде полного комплекта методических материалов, что позволяет любому педагогу, работающему с детьми, быстро освоить систему обучения и начать ее применение на практике. Занятия дифференцированы по уровням в зависимости от уровня сформированности базовых компетенций детей и их психологической зрелости для восприятия современных технологий (рис. 6).

С помощью образовательных программ, разработанных авторами, у детей старшего дошкольного возраста формируются понятия цвета, формы, гармонии, представления о переходе от 2D- к 3D-мышлению на примере работы со сборочными чертежами объектов.

Дети младшего школьного возраста (7-8 лет) изучают базовые принципы композиции и деконпозиции, перспективу, проекции, собирая объемные конструкции любой формы с помощью инструкций и виртуальных моделей 3D-объектов.

Формирование более сложных инженерных компетенций у детей в возрасте 9-10 лет на следующем уровне обучения ориентировано на понимание кинематики.

сти, что достаточно часто происходит из-за посещения детьми старшего дошкольного возраста и начальной школы курсов по компьютерному моделированию в сфере дополнительного образования без навыков освоения механической сборки деталей конструкторов. Использование на занятиях накопленного опыта технического обучения, иллюстрирование создаваемых примеров соответствующими видеоматериалами и наглядными пособиями позволяет четко разграничить реальный и виртуальный мир, воображаемый (виртуальный) и материальный объект, модель и образец конечного продукта.

Образовательная программа, реализуемая авторами, может также использоваться в кружках научно-технического творчества при детских центрах дополнительного образования и развития. Она посвящена изучению методов проектирования и сборки моделей по инструкциям и авторскому замыслу; предполагает индивидуальную и командную работу, продуктивную коммуникацию и проектную деятельность с использованием аддитивных технологий. Образовательная программа «Преквантума» достаточно просто трансформируется в план занятий кружков детского научно-технического творчества.

Задача формирования и развития базовых инженерных компетенций в кружках технического творчества и детских технопарках в России включена в дорожную карту НТИ «Кружковое движение», целевые показатели которой для разных возрастных групп могут быть достигнуты за счет использования учебно-методических комплектов с применением в дидактических целях механических пластиковых конструкторов с трехмерной неортогональной конфигурацией деталей и сборочных конструкций.

Наряду с детскими технопарками и кружками детского научно-технического творчества в системе дополнительного профессионального образования внедрение учебно-методических комплексов на базе механических пластиковых конструкторов с трехмерной неортогональной конфигурацией деталей и сборочных конструкций также возможно для образовательных организаций в процессе преподавания предмета «Технология» для детей старшей возрастной и подготовительной групп дошкольного уровня и 1-4 классов начальной школы [19-20], и такой опыт трансфера образовательных технологий у авторов уже есть.

Для предмета «Технология» разработан сквозной вариативный модуль по моделированию и графическому конструированию на основе отечественного конструктора AVToys технико-технологической направленности в подгруппах для детей старшей возрастной и подготовительной групп дошкольных учреждений, а также инженерно-технологическое направление — для учащихся 1-4 классов (начальная школа), всего 6 циклов обучения. Разработано по 10 уроков для каждого из 6 циклов, при этом занятия синхронизированы с программами других предметов и календарными периодами, что позволяет сформировать заинтересованность детей в обучении (например, один из уроков в каждом цикле посвящен елочным игрушкам и украшениям, а также символам Нового

года, при этом время проведения урока совпадает с началом подготовки к празднику). Уроки с использованием данной методологии составляют до 30% от обязательной части основной образовательной программы предмета «Технология», что соответствует требованиям образовательных стандартов.

Практические работы с элементами исследования для изучения нового теоретического материала, отработки понимания сути технологий и процессов в рамках разделов «Человек и земля», «Человек и вода», «Человек и воздух», «Человек и информация» предмета «Технология» способствуют повышению мотивации и исследовательской активности и улучшают результаты личного обучения детей. Основные метапредметные результаты достигаются путем освоения/развития таких регулятивных универсальных учебных действий, как осознанное целеполагание, моделирование учебных действий, планирование деятельности, рефлексия.

Различные образовательные программы на основе механических пластиковых конструкторов с трехмерной неортогональной конфигурацией деталей и сборочных конструкций позволяют формировать и развивать у детей старшего дошкольного возраста, начальной и средней школы навыки пространственного и образного мышления, четко разграничивать реальный и виртуальный мир, воображаемый (виртуальный) и материальный объект, модель и образец конечного продукта; научиться понимать законы инженерной гармонии и приобретать базовые навыки в области технологии и дизайна [21-22].

Тиражирование идеи формирования 3D- и логического мышления, ранняя профориентация и стимулирование технического творчества и креативности на базе использования уникального, разработанного при участии авторов подхода к развитию детей с учетом опыта применения лучших отечественных технологий и подходов к воспитанию и образованию позволяет в минимальные сроки по всей стране решить задачу развития базовых компетенций, необходимых для продуктивной профессиональной деятельности в научно-технической и инновационной сферах.

Список использованных источников

1. Ф. Янсен. Эпоха инноваций. Как заниматься бизнесом творчески постоянно, а не от случая к случаю. М.: ИНФРА-М, 2002. 308 с.
2. М. С. Антропов. Управление знаниями, креативностью и инновациями в мультинациональных организациях. М.: РУДН, 2008. 190 с.
3. И. Нонака, Х. Такеучи. Компания — создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах. М.: Олимп-Бизнес, 2003. 384 с.
4. Н. С. Барабаш, П. П. Бочковский, Ю. А. Шамсутдинов. Влияние институциональной и инфраструктурной сред на развитие инноваций в современном мире//Проблемы прогнозирования. 2017. № 3. С. 75-89.
5. А. С. Шурупова. Зарубежный опыт формирования экономики, основанной на знаниях, и его адаптация к российским условиям//Вестник Тамбовского университета. Серия: «Гуманитарные науки». 2009. №7 (75). С. 14-18.
6. А. Шляйхер. Экономика знаний: почему образование — ключ к успеху Европы//Вопросы образования. 2007. № 1. С. 28-44.
7. Ю. В. Филатова. Технология «обучение действием» в учебном процессе//Актуальные вопросы профессионального образования. 2012. № 11 (98). Т. 9. С. 152-153.

8. A. Greiner. On the dynamics of an endogenous growth model with learning by doing//Economic Theory. 2003. Vol. 2. Issue 1. P. 205-2014.
9. Г. И. Абдрахманова, Н. В. Городникова, Л. М. Гохберг и др. Наука. Инновации. Информационное общество-2015: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 80 с.
10. В. И. Лубовский. Развитие словесной регуляции действий у детей (в норме и патологии). М.: Педагогика, 1978. С. 5.
11. А. А. Скородец, А. П. Скородец, Т. А. Скородец. Пропедевтика клинической неврологии. СПб.: Политехника, 2011. 322 с.
12. А. А. Варнакова. Как развить пространственное мышление у детей дошкольного и младшего школьного возраста?//Интернет-журнал «Мозгиус — журнал о головном мозге». <http://mozgius.ru/psihologiya/o-myshlenii/razvitie-prostranstvennogo-myshleniya-doshkolnikov.html>.
13. Н. В. Федотова, И. А. Суленко. О необходимости формирования пространственного мышления//Современные наукоемкие технологии. 2008. № 8. С. 44.
14. В. А. Сухомлинский. Сердце отдаю детям. Киев: Радянська школа, 1969. С. 220.
15. Т. Шишова. Берегись... игрушки!//Православие. 23 ноября 2004 г.
16. План мероприятий («дорожная карта») «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы. Приложение к протоколу № 3 заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 18 июля 2017 г. 92 с.
17. В. В. Жуков. Игровая система и игровой блок к ней (варианты): патент на полезную модель (РФ) - № 133008, заявка № 2013117260; Приоритет полезной модели 16.04.2013; зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10.10.2013.
18. В. В. Жуков, С. Ю. Ляпина, В. Н. Тарасова. О роли конструирования в научно-техническом творчестве детей — будущих инженеров//Мир транспорта. 2016. № 6. С. 208-211.
19. Проект научно-обоснованной концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Технология». М.: ФГБУ «Российская академия образования», 2016. 96 с.
20. Материалы Всероссийской конференции по результатам мониторинга реализации концепций учебных предметов (предметных областей) 2-3 октября 2017 г. М.: ФГБУ «Российская академия образования», 2017.
21. Теория и методика творческого конструирования в детском саду: пособие/Сост. Л. А. Пармонова. М.: Академия, 2002. 192 с.
22. Конструирование и моделирование в начальных классах: видеоурок/Сост. А. А. Степанова. Новокузнецк, 2017.
23. И. Д. Танасов, В. В. Мисюряева. ЦМИТ+дети. Создание инновационной реальности. Пенза, 2015. 52 с.

The formation of the basic competencies for the future of engineering in the face of accelerating scientific and technical progress

V. V. Zhukov, CEO, The limited liability company «Destino Ko».

S. Yu. Lyapina, doctor of economics, professor, Innovation management department, Institute for Innovation Management, National research university Higher school of economics.

V. N. Tarasova, doctor of historical sciences, professor, chief of the department of innovative technologies, Russian university of transport (MIIT).

The article is devoted to the problem of ensuring the future needs of the scientific and technical experts. Proposed solution in the form of building sequential trajectory formation in children of preschool age, elementary, middle and high school spatial thinking, creative competency and interest in scientific-technical creativity. The analysis of the shortcomings of approaches to organization of children's technical creativity and sectarian movement, in which the use of computer technology is redundant and untimely. Discusses the problems of socialization of children and formation of their own core engineering competencies, due to insufficient development of fine motor skills, three dimensional thinking and the separation of the real and the virtual world.

The main solution indicated in the article the problem is the incorporation of programs for children from 5 years of age in the model network of children's parks and clubs of technical creativity for children, which focused on children older than 14 years. The proposed approach is focused on the development of children of preschool, elementary and middle school students engineering and logical thinking, comprehension of the essence of the technological process and the development of technical creativity, design and modeling of three-dimensional objects of the material world.

Keywords: spatial reasoning, basic engineering competences, scientific-technical and innovative activities, programs of additional education of children.