

DOI: 10.12731/2070-7568-2017-4-152-174**УДК 37.015.6:347.77**

ШКОЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА В ПАРАДИГМЕ ИЗОБРЕТАЮЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Лепешев А.А., Куимов В.В., Толстой Д.А., Козлов А.В.,
Погребная Т.В., Сидоркина О.В.*

Требования к специалистам для работы в условиях шестого технологического уклада, Индустрии 4.0, обуславливают необходимость совершенствования системы образования по обучению решению проблем и, как результат, генерации инновационных идей. В настоящее время в отечественном образовании генерация инновационных идей стимулируется различными конкурсами, в том числе и с получением финансирования под реализацию результатов. В учебных программах по-прежнему преобладает знаниевый подход. В ведущих зарубежных образовательных учреждениях, главным образом в университетах, наряду со стимуляцией, в образовательные программы включены соответствующие методы. Если в прежние десятилетия изучались в основном дивергентные методы: морфоанализ, метод фокальных объектов, синектика и т.п., то сейчас ведущее место занимает теория решения изобретательских задач – ТРИЗ, TRIZ, созданная в бывшем СССР Г.С. Альтшуллером, в связи с возрастающей потребностью ведущих корпораций

в специалистах по ТРИЗ. Этот факт дает России существенные конкурентные преимущества на инновационном пути развития. Для эффективного использования этого преимущества важно формировать инновационное мышление, основанное на ТРИЗ, со школьного возраста. Для этого авторами разработаны новые методы в дидактической системе ТРИЗ-педагогика, объединяющие метапредметные результаты (в вузах – компетенции) в систему инновационного мышления. В результате, наряду с учебным, достигается экономический эффект: создаваемая в учебном

процессе интеллектуальная собственность. Для школ это – возможность существенного улучшения финансирования, обуславливающая важность разработки новых механизмов фиксации, защиты и реализации интеллектуальной собственности. В статье приводятся рекомендации по построению такой системы.

Цель – определение возможностей и путей повышения экономической эффективности образовательной деятельности в парадигме изобретающего образования.

Задачи:

– анализ опыта образовательных учреждений по реализации подходов, предшествующих формированию парадигмы изобретающего образования;

– формулирование рекомендаций по повышению экономической эффективности реализации парадигмы изобретающего образования.

Методы проведения работы:

– аналитический метод: в статье анализируются практические результаты апробации элементов изобретающего образования;

– диалектический метод: в статье выделяется системно-диалектическое ядро ТРИЗ – основа парадигмы изобретающего образования.

Результаты: подтверждена возможность и показаны пути повышения экономических показателей системы школьного и дополнительного образования.

Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять школам, лицеям, гимназиям, учреждениям дополнительного образования, в которых действуют инженерно-технологические и физико-математические классы, корпоративные классы инженерного профиля, студии научно-технического творчества и применяются авторские методы изобретения знаний и инновационных проектов: как в целях повышения качества выполнения Федеральных образовательных стандартов, так и в целях улучшения экономических показателей.

Ключевые слова: изобретающее образование; новая политехническая школа; метод изобретения знаний; метод инновационных проектов; интеллектуальная собственность; патентная деятельность.

SCHOOL ECONOMY IN THE INVENTING EDUCATION PARADIGM

*Lepeshev A.A., Kuimov V.V., Tolstoy D.A., Kozlov A.V.,
Pogrebnaya T.V., Sidorkina O.V.*

Requirements applied to specialists for working in the sixth wave of innovation, i.e. Industry 4.0, determines the necessity of education system improvement concerning training solution and, as a result, creation of inventive ideas. Today in our country this process is stimulated by various competitions, including financing for the implementation of results. In training programs knowledge approach still prevails. The corresponding methods, along with stimulation, are included into educational programs in leading foreign educational institutions, mostly at universities. If in previous decades mostly divergent methods were studied (morphological analysis, the focal objects method, synectics, etc.), then now the leading place is taken by theory of inventive problem solving – TRIZ created in the former USSR by G.S. Altshuller in connection with the increasing leading corporations requirement for specialists in TRIZ. This fact gives Russia essential competitive advantages in the innovative way of development. For effective use of this advantage it is important to form the TRIZ-based innovative thinking beginning from school days. For this purpose authors developed new methods in TRIZ-pedagogics, uniting metasubject results (in higher education institutions – competences) into the system of innovative thinking. As a result, both educational and economic effects are achieved: the intellectual property created in educational process. For schools it is the possibility of significant improvement of financing causing importance of new mechanisms of intellectual property fixation, protection and implementation. Recommendations about creation of such system are provided in the article.

Purpose

Defining the opportunities and ways of improving economic effectiveness of educational activities in the paradigm of inventive education.

Tasks:

– *analysis of school education institutions experience in implementation of approaches preceding the inventing education paradigm formation;*

– *giving recommendations concerning the economic effectiveness enhancement of the implementation of inventive education paradigm.*

Methodology

– *analytical method: in the article practical results of the inventive education elements approbation are analyzed;*

– *dialectic method: the article defines the system and dialectic kernel of TRIZ, which is the basis of inventive education paradigm.*

Results: *the possibility is confirmed and the ways of improving economic indicators in school and additional education system are shown.*

Practical implications: *it is expedient to apply the obtained results at schools, lyceums, gymnasiums, institutions of additional education at which engineering and technological or physical and mathematical classes, engineering classes, scientific and technical workshops and author's methods of the knowledge invention and innovative projects are applied: both for improvement of Federal educational standards implementation quality, and for improvement of economic indicators.*

Keywords: *inventive education; new polytechnical school; knowledge invention method; innovative projects method; intellectual property; patent activity.*

Введение

Парадигма изобретающего образования [7, 8] разрабатывается авторами, как ответ на вызовы формирующегося инновационного общества, шестого технологического уклада, Индустрии 4.0, в том числе и как дополнение к распространяющейся в мировом инженерном образовании системы CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) [3, 4]. Внешнее проявление этих вызовов – растущее несоответствие между требованиями работодателей к инженерам и содержанием инженерного образования. Сущность вызовов –преобладание труда по созданию интеллектуальной про-

дукции над трудом по созданию материальной продукции (которое во всё большей степени выполняется роботами и автоматизированными установками), растущее значение нематериальных активов. Всё более требуется интеллектуальная продукция, содержащая инновационные решения проблем развития техники, технологий, социальной сферы. Тенденция, наметившаяся еще в середине XX века и отмеченная Э. Тоффлером, как начало Третьей Волны в истории цивилизации [28], привела к формированию нового социального слоя – креативного класса [9, 21], наличие которого, по Р. Флорида, является важным показателем экономической развитости государства. Задача формирования креативного класса из прогнозов переходит в практическое направление, и значительная часть её ложится на инженерное образование. В связи с этим важно представлять современную структуру креативного класса и его качеств, что позволит спроектировать соответствующие содержание и методы его подготовки.

Авторами, в дополнение к структурной классификации креативного класса по степени занятости творческим процессом, проведенной Р. Флорида, составлена классификация по уровню креативности (пробы и ошибки, применение методов дивергентного мышления, применение методов конвергентного мышления) [9]. В соответствии с прогнозами Всемирного банка о возрастании востребованности специалистов, способных стабильно создавать инновационные решения проблемных задач, а также на основании опыта ряда крупных транснациональных корпораций, ведущих мировых университетов, авторами показано, что таким специалистам необходимо владеть конвергентными методами, из которых наибольшей эффективностью обладает теория решения изобретательских задач – ТРИЗ, TRIZ [1, 2]. Изучение ТРИЗ целесообразно начинать в школе, в особенности в инженерных и инженерно-технологических классах. Развита методика интеграции изучения ТРИЗ с другим предметами и дополнительным образованием, при которых образовательные результаты приобретают качества интеллектуальной собственности и имеют тенденцию стать

существенным экономическим фактором, что и является основой парадигмы изобретающего образования.

Имеющийся опыт подготовки креативного класса

Растущая потребность экономики в креативных специалистах, способных решать проблемные задачи, еще в середине XX в. охарактеризованная Э. Тоффлером, как начало «Третьей Волны» в истории цивилизации [28], побуждала университеты, в особенности готовящие инженеров, и учреждения среднего образования различных стран мира находить и применять средства развития у обучаемых соответствующих качеств. Подготовка таких специалистов стимулировалась и на правительственном уровне различных стран в форме «заказа» на них и на средства подготовки. В Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [17], глава V. Формирование компетенций инновационной деятельности, содержатся требования к образованию по формированию у граждан ряда компетенций инновационной деятельности, в числе которых способность к критическому мышлению и креативность. Обращается внимание на важность «раннего раскрытия способностей детей к творчеству, развития навыков по критическому восприятию информации, способности к нестандартным решениям, креативности, изобретательности ...».

Важнейшим направлением в разработке средств подготовки инженеров, обладающих как креативностью, так и другими востребованными современной экономикой качествами, стала стандартизация требований к учебному процессу и его результатам. Наиболее комплексно такая стандартизация проведена при создании инициативы CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, Замысел – Разработка – Внедрение – Использование) Массачусетским технологическим институтом в сотрудничестве с шведскими университетами – Технологическим университетом Чалмерса, Линкёпингским университетом и Королевским технологическим институтом [3, 4, 6]. По существу, стандарты CDIO и CDIO Syllabus – это тщательно проработанный комплекс требований к современному

инженерному образованию. Формирования креативности, которая особенно важна для этапа *Conceive*, касается в особенности стандарт 4, предусматривающий вводный курс «Введение в инженерную деятельность», где студенты «вовлекаются в инженерную практику посредством решения проблем и простых заданий по проектированию, выполняемых индивидуально и в командах», а также стандарт 8 «Активные методы обучения»: «Меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше – вовлечению студентов в управление, использование, анализ и оценку идей и содержание дисциплин». В CDIO Syllabus требования к креативности отражены не только в планируемых результатах обучения 2.4.3. Креативное мышление и 4.7.9. Изобретения, но и в результатах: 1.2. Ключевые знания основ инженерного дела; 1.3. Углубленные знания основ инженерного дела, методов и инструментария; 2.1.1. Постановка и формулирование проблем; 2.2.1. Формулирование гипотезы; 2.3.1. Целостное мышление; 2.3.4. Компромиссы, оценки и балансы в решении вопросов (Возможные улучшения в использовании системного мышления); 2.4.4 Критическое мышление; 4.7.1. Выявление проблем и парадоксов; 4.7.2. Творческое мышление и коммуникационные возможности.

Всеякие стандарты в различных областях деятельности и должны содержать наборы требований, вместе с этим, средства выполнения требований многих стандартов (по крайней мере, типовые) хорошо известны. Для стандартов CDIO такие средства существуют, однако, особенно для первого этапа *Conceive*, от успешности которого существенно зависит успешность всей последовательности *Conceive – Design – Implement – Operate*, пока менее известны. Планируемым результатом 2.4.3. Креативное мышление на четвёртом уровне декомпозиции, предусматриваются, в частности: Концептуализация и абстрагирование; Синтез и обобщение; Изобретательский процесс. Первые два результата можно рассматривать, как подготовку к изобретательскому процессу, а сам процесс назван в общем виде. Планируемым результатом 4.7.9. Изобретения предусматриваются, в частности: Возможности воображения; Изобрете-

ние прибора или процесса, которые позволят создать новые товар или услугу. Эти результаты также указаны в общем виде.

В работе [6], где проведен подробный анализ развития инициативы CDIO в мире и в России, отмечается факт стабилизации количества публикаций, посвященных CDIO, эмпирический характер большинства публикаций, а также ряд сложностей с ее внедрением в России. По мнению авторов, это вызвано тем, что ряду из тщательно проработанных целей и задач CDIO, в особенности касающихся креативного этапа *Conceive*, еще не в полной мере сопоставлены адекватные средства. Работа по поиску, подбору и новым разработкам таких средств еще предстоит, и университетам, внедряющим CDIO, важно обмениваться ими, создать и расширить банк таких средств.

В [6] сделана ссылка на работу [14], подготовленную с участием одного из авторов настоящей статьи, где в качестве факторов, сдерживающих внедрение CDIO в отечественную образовательную практику, указывается отсутствие необходимой лабораторной базы для реализации экспериментальной компоненты парадигмы, а также низким уровнем развития возможностей внедрения и использования инженерных разработок на практике. По мнению авторов, еще один сдерживающий фактор – ограниченный срок выполнения всей последовательности *Conceive – Design – Implement – Operate*: четыре года бакалавриата. Этот фактор может быть преодолен формированием проектных команд (возможно, разновозрастных), где разные участники специализируются на различных частях названной цепочки, применением виртуальных сред профессиональной деятельности, многие из которых еще предстоит разработать, а также «вынесением» этапа *Conceive* в довузовскую подготовку, в том числе в специализированные инженерно-технологические классы, активно создающиеся в различных регионах России [16]. Это может внести существенный вклад в школьную экономику, о чем говорится ниже.

Другим направлением в разработке средств подготовки креативных инженеров, совмещенным с их применением, еще до ра-

бот Р. Флорида о креативном классе, стало преподавание в ряде университетов и в отдельных школах методов генерации инновационных идей. Вначале это были дивергентные методы (т. е. «отходящие» от стереотипов): метод фокальных объектов (Э. Кунце, Германия, 1926, усовершенствован Ч. Вайтингом, США, 1953), «мозговой штурм» (А. Осборн, США, 30-е гг. XX в.), морфологический анализ (Ф. Цвикки, Швейцария, 30-е гг. XX в. – развитие идеи средневековых «кругов Луллия»), синектика (У. Гордон, США, 50-е гг. XX в.) и др., их характеристика дана, например, в [2]. Дивергентными методами осуществляется нецеленаправленный поиск, когда среди найденных идей процент конструктивных практически тот же, что и у традиционного метода проб и ошибок, эти методы лишь существенно ускоряют генерацию проб. В Сибирском Федеральном университете апробируется применение «мозгового штурма» для этапа *Conceive* инициативы CDIO [15].

В последние десятилетия в работе инновационных подразделений крупнейших транснациональных корпораций все чаще применяется теория решения изобретательских задач (ТРИЗ, TRIZ) [1, 2 и др.], созданная российским ученым Г.С. Альтшуллером (1926 – 1998 гг.). Наиболее крупные корпорации, такие, как, например, Samsung, приглашают на работу высококвалифицированных специалистов из России и других государств постсоветского пространства [26]. Соответственно растущему спросу на эту методологию, расширяется преподавание ТРИЗ в ведущих мировых университетах: Оксфордском, Стэнфордском, Сеульском, Массачусетском технологическом институте и ряде других. Высокая эффективность ТРИЗ по сравнению с другими методами объясняется тем, что ТРИЗ сочетает дивергентное и конвергентное («сходящееся» к инновационным решениям) мышление, а методы ТРИЗ основаны на фундаментальных закономерностях развития антропогенного и неантропогенного мира, изучаемых диалектикой (сформировалось еще одно название ТРИЗ – «прикладная диалектика»). В России ТРИЗ преподается в отдельных университетах, наиболее активно в Национальном исследовательском технологическом университете

«МИСиС», где в ноябре 2016 г. проведена Международная конференция по ТРИЗ, а также в отдельных школах различных регионов, в том числе в г. Красноярске.

Вопрос о применении ТРИЗ на этапе *Conceive* инициативы CDIO начинает решаться. К настоящему времени авторы не нашли публикаций о взаимодействии ТРИЗ и CDIO в Массачусетском технологическом институте. Есть публикации о взаимодействии ТРИЗ и CDIO в Китае, в Чжэцзянском университете науки и техники [21]. В настоящее время вопросы взаимодействия ТРИЗ и CDIO разрабатываются в Сибирском Федеральном университете [14, 16].

Системно-диалектическое ядро ТРИЗ

Со времени выхода первых публикаций и издания первых книг по ТРИЗ [2], эта методология из чисто технической сферы стала распространяться на различные области деятельности, позволяя эффективно решать задачи менеджмента, маркетинга, социальной сферы и др. Это объясняется системно-диалектическим характером ТРИЗ, которая получила еще одно название – прикладная диалектика [19]. Специалистам, решающим с помощью ТРИЗ проблемные задачи в различных сферах, важно владеть основами ТРИЗ, которые авторы называют её системно-диалектическим ядром. Кратко это ядро можно охарактеризовать следующим образом:

1. Всякое инновационное решение проблемной задачи есть акт развития (структурного совершенствования) некоторой системы.
2. Развитие, согласно диалектике, идет путем накопления и преодоления (разрешения) противоречий.
3. Следовательно, если есть проблема, нужно отыскать в ней противоречие и преодолеть его.

Классическая диалектика не содержит инструментальных методов преодоления противоречий. Автор ТРИЗ Г.С. Альтшуллер на основе анализа большого количества инновационных решений и изобретений по патентным фондам сформулировал комплекс таких методов: законов, принципов, приемов, стандартов [1, 2]. Зна-

чительная часть из них, в расширенной трактовке, применима не только к техническим, а к самым различным системам.

ТРИЗ-педагогика и ее экономическое значение

Изучение ТРИЗ как отдельной дисциплины в вузах и предмета в школах требует значительного количества учебных часов, которое сложно найти в учебных планах, обычно и без этого перегруженных. Поэтому с 80-х гг XX века разрабатывалась система ТРИЗ-педагогика [5, 7, 10, 11, 18, 22–25, 27], начавшаяся с метода творческих задач [5, 18], т.е. задач, требующих для решения как конкретных знаний, так и владения методами ТРИЗ. Авторами настоящей статьи разработаны новые методы ТРИЗ-педагогики: метод изобретения знаний и метод инновационных проектов [11, 22–25, 27]. Первый из них применим в изучении нового материала, второй – в научно-техническом творчестве и проектной деятельности (которой придается серьезное значение в новых школьных образовательных стандартах). Именно метод инновационных проектов, использующий знания ТРИЗ, полученные в их учебном применении другими методами, позволяет не только студентам, но и школьникам, в том числе и не только старших классов, создавать инновационные решения, составляющие интеллектуальную собственность. Такие решения могут становиться нематериальными активами школ, позволяющими при правильном распоряжении ими получать дополнительное финансирование.

Ряд из авторов настоящей статьи, в течение более, чем 20 лет, разрабатывавшие и совершенствовавшие метод инновационных проектов, в ходе его апробации неоднократно приводили школьников к победам и призовым местам на Всероссийских молодежных научных форумах, помогали учащимся школ получать гранты, составлять и подавать заявки на изобретения (получен патент [10, 12] – призер краевого конкурса «Лучшее изобретение года», подаются новые заявки). Тенденция последних лет, состоящая в существенном расширении возможностей внедрения идей, создаваемых школьной молодежью (гранты юным рационализаторам и

изобретателям, Центры молодежного инновационного творчества – ЦМИТ, Фаблаб-ангары, Детские технопарки и т.п.) представляет для школ дополнительную мотивацию к внедрению метода инновационных проектов, а авторские, неоднократно апробированные программы повышения квалификации педагогов предоставляют соответствующие возможности.

Инновационная система дovuзовского образовательного учреждения

В отличие от организаций высшего, а в определенной степени – и среднего профессионального образования, для школ работа с интеллектуальной собственностью является практически совершенно новой сферой. В течение многих десятилетий развития системы дополнительного образования: как в школах, так и в специализированных учреждениях, возможность создания учащимися интеллектуальной собственности практически не рассматривалась. Поэтому все научные конференции, выставки, соревнования школьников предусматривали их свободное посещение, а все их научные работы, при заинтересованности СМИ – свободную публикацию.

Развитие современных телекоммуникаций привело к тому, что стали появляться сайты, которых, подобно форумам, предлагали школьникам размещать свои научные проекты для свободного обсуждения и выявления лучших. Существуют также интернет-конкурсы проектов школьников, финансируемые представительствами зарубежных корпораций, при этом в публикуемых на сайтах правилах конкурсов не говорится об авторских правах и их защите.

Постепенное распространение в школьном образовании преподавания и применения ТРИЗ стало в отдельных случаях приводить к потере проектами школьников потенциальной патентоспособности. Если после представления сущности проекта на конференции патентное законодательство дает возможность подачи заявки на изобретение еще в течение полугода (а именно после конференции, если проект признан одним из лучших, бывает возможно получить финансирование на его патентование), то факт выставления про-

екта, содержащего его сущность, в Интернете, полностью лишает его патентоспособности. Авторам известны реальные случаи этого. Поэтому, в особенности учитывая возросшее значение проектной деятельности в новых школьных образовательных стандартах, школам, а также учреждениям дополнительного образования, где ведется научно-техническое творчество учащихся, включая и новые формы: ЦМИТ, Фаблаб-ангары, технопарки, важно создавать свои собственные инновационные системы.

Такие инновационные системы могут включать в себя.

- разъяснение школьникам основ патентного законодательства;
- учет и хранение (с обновлениями в процессе разработки) проектов, создаваемых учащимися, относящихся к тем областям деятельности, где законодательно предусмотрена возможность патентной защиты;
- анализ проектов с целью определения их потенциальной патентоспособности;
- анализ проектов, предполагаемых учащимися и их научными руководителями для направления на научные конференции, выставки, конкурсы учащихся, для определения возможности их презентации на этих мероприятиях в полном объеме или частично;
- подачу заявок на изобретения по потенциально патентоспособным проектам;
- впоследствии – патентную переписку и, при получении патентов – работу по их реализации.

Реально школа самостоятельно может осуществлять первые четыре пункта из приведенного перечня, при условии предварительного прохождения частью педагогов соответствующих курсов повышения квалификации. Тем не менее, существуют возможности полной реализации школьной инновационной системы за счет интеграции с вузами, ведущими подготовку к инженерным профессиям. Специализированные классы, в том числе инженерные и инженерно-технологические, сети которых развиваются в раз-

личных регионах, в принципе могут работать только на основании договоров с вузами. Практически все вузы имеют структуры, отвечающие за довузовскую подготовку, и нередко выделяют на нее значительные средства, существенно превышающие размер патентных пошлин. Все вузы имеют структуры, ответственные за патентно-лицензионную деятельность. Возможны, например, договорные отношения между школой и вузом, когда школа вносит в создание изобретения интеллектуальный вклад (учащихся и их руководителей), а вуз – финансовый, в виде оплаты работы патентоведов, пошлин и других расходов, при этом соавителями изобретения являются школа и вуз. В ряде регионов, в том числе в Красноярском крае, существуют гранты юным рационализаторам и изобретателям, бывают и Федеральные гранты, за счет которых также возможно патентование изобретений школьников.

Для школьника, подавшего заявку на изобретение при поддержке вуза, естественным является продолжение обучения именно в этом вузе, на направлении или специальности, соответствующие теме изобретения. В этом случае вуз может продолжать поддерживать юного изобретателя, как студента. Это представляет особый интерес для вузов, внедряющих систему CDIO, так как при этом в школе, по существу, осуществляется первый этап CDIO – *Conceive* («Задумай»), а в вузе можно более успешно осуществить следующие этапы, вплоть до внедрения изобретения.

Авторами разработана и апробирована система проведения конференций и олимпиад школьников, где презентуются или создаются инновационные решения проблемных задач. На таких конференциях и олимпиадах конкурсный зачет ведется по степени инновационности представляемых решений, например, по содержащейся в ТРИЗ 5-уровневой (с возможностью дробных оценок уровней) шкале решений изобретательских и проблемных задач. Это позволяет сравнивать между собой проекты, относящиеся к различным областям человеческой деятельности, но в особенности важно то, что победителями и призёрами становятся именно авторы инновационных, потенциально патентоспособных решений.

Названный вид совместной деятельности вузов, школ и организаций дополнительного образования является, по существу, венчурным бизнесом, когда лишь некоторые из запатентованных решений могут принести доход, но этот доход существенно превышает затраты на патентную защиту всех решений. Школы получают дополнительные финансовые возможности материального оснащения, ремонтов, премирования инновационных педагогов, направления учащихся – авторов лучших проектов и педагогов – авторов инновационных разработок на иногородние и зарубежные конференции, выставки, конкурсы и др.

На основе вышеназванной грантовой поддержки авторский коллектив выполняет разработку методологического обеспечения «Новой политехнической школы», представляющей собой систему школ, учреждений дополнительного образования и молодёжной политики, а также мероприятий: интенсивных школ, конференций, конкурсов, олимпиад и др., где, согласно парадигме изобретающего образования, учащимися создаётся интеллектуальная собственность.

Выводы

В условиях возрастания роли интеллектуального труда по решению проблем и генерации инновационных идей, важности начала формирования качеств инноваторов в довузовском образовании, применение ТРИЗ-методологии и основанной на ней дидактической технологии ТРИЗ-педагогика даёт школам принципиально новые экономические возможности, в особенности в классах инженерно-технологического профиля, сотрудничающих с университетами. Для использования этих возможностей важна соответствующая подготовка педагогических кадров в области работы с интеллектуальной собственностью.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта №16-16-24023/17-ОГОН.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. М.: Альпина Бизнес Букс, 2015. 404 с.
2. Альтшуллер Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии. (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1989.
3. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информ.-метод. изд. / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 17 с.
4. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информ.-метод. изд. / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 22 с.
5. Гин А.А. 150 творческих задач о том, что нас окружает / А.А. Гин, И. Ю. Андржеевская. М.: Вита-Пресс, 2010. 216 с.
6. Долженко Р.А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России // Известия Уральского государственного горного университета. 2017. № 2(46). С. 104–108.
7. Козлов А.В. Изобретающее образование / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Форум технологического лидерства России «Технодоктрина-2014», г. Москва, 6–7 ноября 2014 г. [Электронный ресурс]. URL: http://vpk.name/news/124611_izobretayushee_obrazovanie.html, свободный.
8. Козлов А.В. Преподавание математики студентам инженерных специальностей в парадигме изобретающего образования // Образовательные технологии и общество». т. 20. № 1, 2017. С. 485–492 [Электронный ресурс]. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v20_i1/pdf/15.pdf, свободный.
9. Козлов А.В. Об уровневой структуре креативного класса / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Инженерное образование. 2015. № 18. С. 34–39.

10. Красноярские школьники обгоняют японских инженеров на олимпийских трассах // Научная Россия. 20.08.2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://scientificrussia.ru/articles/sfu-sports-protection>
11. Методы изобретения знаний и инновационных проектов на основе ТРИЗ / Т.В. Погребная, А.В. Козлов, О.В. Сидоркина. Красноярск: ИПК СФУ, 2010. 180 с.
12. Патент РФ № 2486851. Защитная система спортсмена / Погребная Т.В., Козлов А.В., Сидоркина О.В., Уманская Л.А., Рихтер Ю.И., Пулатов А.М., Ливкин Д.В., Высотин А.С. Бюл. 2013. № 19.
13. Подлесный С.А. Формирование компетенций в области генерирования новых идей – основа комплексной подготовки инженеров / С.А. Подлесный, А.В. Козлов // Инженерное образование. 2013. № 13. С. 6–11.
14. Подлесный С.А. CDIO: цели и средства достижения / С.А. Подлесный, А.В. Козлов // Инженерное образование. 2014. № 16. С. 8–13.
15. Реализация стандартов CDIO преподавателями ИЦМиМ [Электронный ресурс]. URL: <http://icmim.sfu-kras.ru/node/1611>, свободный.
16. Сидоркина О.В., Погребная Т.В. CDIO в непрерывной подготовке школа-вуз: этап “Conceive” в довузовской подготовке // Инженерное образование. 2014. № 16. С. 47–53.
17. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/4qRZEpm161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf>, свободный.
18. Тимохов В. И. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ТРИЗ: учеб. пособие. СПб.: ТРИЗ–ШАНС, 1996.
19. ТРИЗ и прикладная диалектика / Т.В. Погребная, А.В. Козлов, О.В. Сидоркина // ТРИЗфест-2007 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.metodolog.ru/01108/01108.html>, свободный.
20. Флорида, Р. Креативный класс: Люди, которые меняют будущее / Р. Флорида. М.: Классика-XXI, 2005. 430 с.
21. Fan, Jiang; Chunliang, Zhang; Yijun, Wang; Zhenzhang, Liu. The Application Mechanism of TRIZ in CDIO Mechanical Theory Teaching //

- Advanced Science Letters, Volume 12, Number 1, June 2012, pp. 367–371(5).
22. Lepeshev A.A., Podlesnyi S.A., Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Development of creativity in engineering education using TRIZ // IEEE conference publications. Interdisciplinary Engineering Design Education Conference (IEDEC), 3rd, Santa Clara, USA, 2013, pp. 6–9.
 23. Lepeshev A.A., Podlesnyi S.A., Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. TRIZ-based Engineering Education for Sustainable Development // IEEE conference publications. Interactive Collaborative Learning (ICL), International Conference, Kazan, Russia, 2013, pp. 489–493.
 24. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Invention of knowledge in TRIZ-based education // IEEE conference publications. Global Engineering Education Conference (EDUCON), Berlin, Germany, 2013, pp. 959–964.
 25. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Invention of knowledge in TRIZ-based education // IEEE conference publications. Interactive Collaborative Learning (ICL), International Conference, Kazan, Russia, 2013, pp. 757–764.
 26. Shaughnessy H. What Makes Samsung Such An Innovative Company? / Haydn Shaughnessy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/#5d79d2af2ad7>, свободный.
 27. Theory of Invention Problems Solving (TRIZ) as an Instrument for Preparation of “Innovative Person” in Universities / S.A. Podlesniy, Y.P. Salamatov, A.V. Kozlov // 5-th International Conference “GLOBELICS-RUSSIA-2007”. V. 2. Saratov: SSTU, 2007, pp. 213–215.
 28. Toffler, Alvin. The Third Wave. Bantam Books, 1980.

References

1. Altshuller G.S. *Nayti ideyu* [To Find The Idea]. M., 2015. 404 p.
2. Altshuller G.S., Zlotin B.L., Zusman A.V., Filatov V.I. *Poisk novykh idey: ot ozareniya k tekhnologii* [Search of the new ideas: from inspiration to technology]. Kishinev, 1989.

3. The CDIO Standards 2.1. <http://cdio.org/content/cdio-standard-21>.
4. CDIO Syllabus 2.0. <http://cdio.org/benefits-cdio/cdio-syllabus/cdio-syllabus-topical-form>.
5. Gin A. A. *150 tvorcheskikh zadach o tom, chto nas okružhayet* [150 creative tasks about what surrounds us]. M., 2010.
6. Dolzhenko R.A. Konceptsiya CDIO kak osnova inzhenernogo obrazovaniya,; promezhutochniye itogi I napravleniya dalneyshego ispolzovaniya v Rossii [CDIO concept as the basis of engineering education: interim results and directions for further use in Russia]. *News of the Ural State Mining University* 2 (2017), pp. 104–108.
7. Kozlov A.V., Pogrebnaya T.V., Sidorkina O.V. *Izobretayuscheye obrazovaniye* [The inventing education]. “Technodoctrina-2014 Forum”. M., 2014.
8. Kozlov A.V. *Prepodavaniye matematiki studentam inzhenernykh spetsialnostey v paradigme izobretayuschego obrazovaniya* [Teaching mathematics to students of engineering specialties in a paradigm of the inventing education]. http://ifets.ieee.org/russian/depository/v20_i1/pdf/15.pdf
9. Kozlov A.V., Sidorkina O.V., Pogrebnaya T.V. The Level Structure of Creative Class. *Engineering Education*. 2015. No 18, pp. 31–36. http://www.aeer.ru/filesen/io/m18/art_4.pdf.
10. *Krasnoyarskiye shkolniki obgonyayut yaponskikh inzhenerov na olimpiyskikh trassakh* [The Krasnoyarsk school students overtake the Japanese engineers on the Olympic routes]. <http://scientificrussia.ru/articles/sfu-sports-protection>.
11. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. *Metody izobreteniya znaniy I innovatsionnykh proyektov na osnove TRIZ* [Methods of knowledge invention and innovative projects on the basis of TRIZ]. Krasnoyarsk, 2010.
12. Patent of the Russian Federation No. 2486851. *Zaschitnaya sistema sportsmen* [Protective system of the athlete]. <http://www.freepatent.ru/patents/2486851>.
13. Podlesnyi S.A., Kozlov A.V. Forming Competences for Generating New Ideas – Basis of Complex Engineering Education. *Engineering Education*. 2013. No 13, pp. 4–9. http://www.aeer.ru/filesen/io/m13/art_1.pdf.

14. Podlesnyi S.A., Kozlov A. V. CDIO: Objectives and Means of Achievement. *Engineering Education*, 2014. No 16, pp. 8–13. http://www.aeer.ru/filesen/io/m16/art_1.pdf.
15. *Realizatsiya standartov CDIO prepodavatelyami ITSMIM* [Implementation of the CDIO standards by School of Non-Ferrous Metals and Material Science teachers]. <http://icmim.sfu-kras.ru/node/1611>.
16. Sidorkina O.V., Pogrebnaya T. V. CDIO within the System of Continuous Education “From School to Higher Education Institution (HEI)”: Stage “Conceive” at School. *Engineering Education*. 2014. No 16, pp. 44–49.: http://www.aeer.ru/filesen/io/m16/art_5.pdf
17. *Strategiya innovatsionnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda* [The innovative development strategy of the Russian Federation until 2020]. <http://static.government.ru/media/files/4qRZEp-m161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf>.
18. Timokhov V.I. *Sbornik tvorcheskikh zadach po biologii, ekologii I TRIZ* [Collection of creative tasks in biology, ecology and TRIZ]. Saint-Petersburg, 1996.
19. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. *TRIZ I prikladnaya dialektika* [TRIZ and Applied Dialectics]. <http://www.metodolog.ru/01108/01108.html>.
20. Florida R. *The Rise of the Creative Class And How It’s Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. M., 2005.
21. Fan, Jiang; Chunliang, Zhang; Yijun, Wang; Zhenzhang, Liu. The Application Mechanism of TRIZ in CDIO Mechanical Theory Teaching. *Advanced Science Letters*, Volume 12, Number 1, June 2012, pp. 367–371(5).
22. Lepeshev A.A., Podlesnyi S.A., Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Development of creativity in engineering education using TRIZ. *IEEE conference publications. Interdisciplinary Engineering Design Education Conference (IEDEC)*, 3rd, Santa Clara, USA, 2013, pp. 6–9.
23. Lepeshev A.A., Podlesnyi S.A., Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. TRIZ-based Engineering Education for Sustainable Development. *IEEE conference publications. Interactive Collaborative Learning (ICL), International Conference*, Kazan, Russia, 2013, pp. 489–493.

24. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Invention of knowledge in TRIZ-based education. *IEEE conference publications. Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Berlin, Germany, 2013, pp. 959–964.
25. Pogrebnaya T.V., Kozlov A.V., Sidorkina O.V. Invention of knowledge in TRIZ-based education. *IEEE conference publications. Interactive Collaborative Learning (ICL), International Conference*, Kazan, Russia, 2013, pp. 757–764.
26. Haydn Shaughnessy. What Makes Samsung Such An Innovative Company, <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/#5d79d2af2ad7>
27. Podlesniy S.A., Salamatov Y.P., Kozlov A.V. Theory of Invention Problems Solving (TRIZ) as an Instrument for Preparation of “Innovative Person” in Universities. *5-th International Conference “GLOBEL-ICS-RUSSIA-2007”*. V. 2. Saratov: SSTU, 2007, pp. 213–215.
28. Toffler, Alvin. *The Third Wave*. Bantam Books, 1980.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Лепешев Анатолий Александрович, руководитель Научно-образовательного центра (кафедры) ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии», доктор технических наук
*Сибирский Федеральный университет
пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660041, Российская Федерация
sfu-unesco@mail.ru*

Куимов Василий Васильевич, профессор кафедры торгового дела и маркетинга, доктор экономических наук
*Сибирский Федеральный университет
пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660041, Российская Федерация
Kuimov1945@mail.ru*

Толстой Дмитрий Анатольевич, заместитель директора
Ассоциация «Сибирский научно-образовательный консорциум»

пр. Свободный, 75, г. Красноярск, 660041, Российская Федерация

GraftDA@gmail.com

Козлов Анатолий Владимирович, доцент «Радиоэлектронные системы» кандидат технических наук.

Сибирский Федеральный университет

пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660079, Российская Федерация

AnVIKozlov@yandex.ru

Погребная Татьяна Владимировна, учитель

Школа № 10 им. акад. Ю.А. Овчинникова

ул. Ленина, 114, г. Красноярск, 660017, Российская Федерация

innovedu@mail.ru

Сидоркина Олеся Викторовна, учитель

Школа № 82

ул. акад Куренского., 19, г. Красноярск, 660074, Российская Федерация

SidorkinaTRIZ@rambler.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lepeshev Anatoliy Alexandrovich, Head of UNESCO Scientific-Educational Centre (chair) «New Materials and Technologies», Doctor of Technic Sciences

Siberian Federal University

79, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

sfu-unesco@mail.ru

Kuimov Vasily Vasilyevich, Professor, Doctor of Economic Sciences

Siberian Federal University

79, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

sfu-unesco@mail.ru

Tolstoy Dmitriy Anatolyevich, Deputy Head

*“Siberian Scientific and Educational Consortium” association
75, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
GrafTDA@gmail.com*

Kozlov Anatoliy Vladimirovich, Associated Professor

*“Siberian Scientific and Educational Consortium” association
75, Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
AnVIKozlov@yandex.ru*

Pogrebnaya Tatyana Vladimirovna, Teacher

*Yu.A. Ovchinnikov School No 10
114 Lenin str., Krasnoyarsk, 660017, Russian Federation
innovedu@mail.ru*

Sidorkina Olesya Viktorovna, Teacher

*School No 82.
19, Academician Kirenskiy str., Krasnoyarsk, 660074, Russia
SidorkinaTRIZ@rambler.ru*