

Мышление инженерного спецназа. Отечественные технологии формирования

Сибирский Федеральный университет
А.В. Козлов

Рассматривается потенциал отечественных когнитивных технологий креативно-инженерного мышления, основанных на прикладной диалектике, или теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), в элитном инженерном образовании, формирующем инженерный спецназ. Предлагаются апробированные дидактические технологии.

Ключевые слова: инженерное мышление, конвергентные технологии, когнитивные технологии, ТРИЗ, прикладная диалектика, ТРИЗ-педагогика, изобретение знаний, инновационные проекты, программы САI.

Key words: engineering thinking, convergent technologies, cognitive technologies, TRIZ, applied dialectics, TRIZ-education, knowledge invention, innovative projects, CAI programmes.

Задача формирования «инженерного спецназа», озвученная ректором Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого А.И. Рудским на заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию в Кремле 23 июня 2014 года [1], является критически важной для решения актуальных задач научно-технологического развития России, достижения ориентиров, приведенных в [2]. Решению этой задачи посвящен ряд публикаций, в том числе в журнале «Инженерное образование» [3], где отмечается необходимость «рывка через ступени» к шестому технологическому укладу, освоения конвергентных технологий, междисциплинарного подхода в развитии науки и образования. Авторы [3] затрагивают важнейшую проблему в подготовке специалистов, способных осуществить такой рывок, обладающих «не только багажом новых знаний, но и практически неизведанными сегодня технологиями»: «Сегодня длительность подготовки инженерных кадров зачастую больше, чем сроки обновления технологий», приходят к выводу о важности проектно-ори-

ентированного обучения на основе междисциплинарных подходов.

Всякие поставленные цели требуют разработки комплекса средств для их достижения. В настоящей статье рассматриваются возможности отечественных средств, пока более активно применяемых за рубежом, имеющих проектно-ориентированный, конвергентный и междисциплинарный характер, для осуществления «рывка через ступени» в технологиях и соответствующего «рывка через ступени» в инженерном образовании.

Прежде всего, важно отметить, что идея инженерного спецназа существенно коррелирует с неоднократно высказывавшейся в последние годы (например, в [4] и др.) идеей инновационного человека. Термин «инновационный человек» применялся в ранее действовавшей Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года. В описании возможных концептуальных подходов, в подходе № 5 «Знание-активный»: «... задача состоит в создании «инновационного человека», который будет склонен к инновациям и новым знаниям, независимо от того, где

ЛИТЕРАТУРА

1. Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий / П.С. Чубик, А.И. Чучалин, М.А. Соловьев, О.М. Замятина // *Вопр. образования*. – 2013. – № 2. – С. 188–208.
2. Сидняев, Н.И. Современные дискуссии о понятии элитного инженерного образования // *Инж. образование*. – 2015. – № 17. – С. 14–20.
3. Комплексная программа развития Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) [Электронный ресурс]. – [Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2014]. – 40 с. – URL: [http://www.sibstrin.ru/files/vorotnikov/KP_NGASU\(Sibstrin\).pdf](http://www.sibstrin.ru/files/vorotnikov/KP_NGASU(Sibstrin).pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 25.04.2016).
4. Рыданова, Е.Н. К проблемам коммуникативных умений инженера-строителя // *Изв. Волгогр. гос. пед. ун-та*. – 2006. – № 1. – С. 55–57.
5. Солнышкова, О.В. Повышение эффективности подготовки студентов в процессе использования интерактивных электронных образовательных ресурсов на примере архитектурно-строительных направлений: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Солнышкова Ольга Валентиновна; Алт. гос. пед. акад. – Бийск, 2014. – 188 с.
6. Дудышева, Е.В. Формирование элементов деловой коммуникации студентов инженерно-строительных направлений при разработке и использовании интерактивных электронных образовательных ресурсов / Е.В. Дудышева, О.В. Солнышкова // *Мир науки, культуры, образования*. – 2015. – № 6. – С. 191–195.



А.В. Козлов

он работает – в промышленности, в науке, в госуправлении и т.д.».

В проекте Стратегии «Инновационная Россия – 2020» «инновационному человеку» посвящалась Глава V, где говорилось, что «формирование у граждан компетенций инновационного человека сопоставимо по важности с суммой всех остальных задач Стратегии».

В утвержденную Стратегию [5] термин «инновационный человек» не включен. Разделы, которые в проекте позиционировались, как формирующие качества инновационного человека, остались в Главе V «Формирование компетенций инновационной деятельности». Можно предположить, что составители Стратегии посчитали, что развитие названных качеств к 2020 году еще не даст системного эффекта в виде «инновационного человека», возможно, потому что не полностью разработаны средства достижения этого эффекта.

Из изложенного очевидна актуальность выполнения разработок таких средств. Рассматривая возможные средства, важно отметить, что склонность к инновациям и новым знаниям может иметь, как минимум, два аспекта. Первый – желание и готовность постоянно воспринимать новые знания и инновационные идеи, осуществлять их на практике. Этот аспект касается «линейных» инженеров. В [5] он формулируется, как «способность и готовность к непрерывному образованию, постоянному совершенствованию, переобучению и самообучению, профессиональной мобильности, стремление к новому». В существенной части этот аспект касается и инженеров-конструкторов, при выполнении ими типовых проектов различных технических устройств и систем, отличающихся от уже созданных конструкций лишь численными параметрами. Второй аспект, приобретающий возрастающее значение в инновационной экономике – желание и способность стабильно решать проблемные задачи развития техники, создавать инновационные идеи,

«ноу-хау», изобретения, то есть именно то, что требуется воспринимать и осваивать «линейным» инженерам. Его формулировка в [5]: «способность к критическому мышлению; креативность». Очевидно, что специалист инженерного спецназа – это инновационный человек во втором аспекте.

При анализе существующих в настоящее время средств, формирующих качества инновационного человека, оказывается, что в России активно складывается система средств, относящихся к первому аспекту. Это бизнес-акселераторы, бизнес-инкубаторы, стартап-инкубаторы, технопарки и т.п., в том числе для студентов и даже для довузовской молодежи. Все они предназначены для ускорения внедрения уже созданных инновационных идей. И хотя считается, что в нашей стране создано значительно больше инновационных идей, чем теперь имеется возможностей для их внедрения, тем не менее все чаще встречаются ситуации дефицита конструктивных идей, особенно в молодежных бизнес-инкубаторах [6]. Во всех названных учреждениях реализовывать идеи предлагается тем же, кто их создал, хотя совмещение обоих видов деятельности – создание идей и их реализация – не всегда соответствует психологическим качествам одного и того же человека.

Таким образом, для «рывка через ступени» становится критически важной интенсификация процесса генерации инновационных идей. До настоящего времени применяются лишь методы стимулирования их создания в виде курсов инноваций, в особенности для молодежи. Важно создание и внедрение инструментальных методов генерации инновационных идей, обучение этим методам в университетах будущего инженерного спецназа.

Обращение к практике и опыту зарубежных стран, перед которыми в формирующемся глобальном инновационном обществе стоят аналогичные задачи, и уровня которых необходимо достичь

«рывком через ступени», как уже говорилось в [7], показывает, во-первых, существование таких методов, последовательно развивающихся еще с древних времен, и во-вторых, то, что именно в России создана наиболее эффективная методология – прикладная диалектика, или теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [8, 9], все активнее используемая ведущими корпорациями (например, в Samsung считается правилом хорошего тона для инженера иметь сертификат Международной Ассоциации ТРИЗ – МАТРИЗ [10]). Соответственно спросу, ТРИЗ преподается в ведущих мировых университетах, в том числе во всех, входящих в «верхушку» top-100. В [7] рассматривалось применение этой методологии для формирования креативного класса, давалась его классификация по уровню креативности. Инженерный спецназ, несомненно, принадлежащий к креативному классу, по этой классификации относится к 3-му и 4-му уровням. Там же говорилось о системе инновационного образования нового поколения ТРИЗ-педагогика, составляющей конкурентное преимущество отечественного инженерного образования перед зарубежным и соответствующей требованиям [5] по применению инновационных образовательных программ. Здесь рассматривается потенциал этой системы в формировании инженерного мышления и других качеств инженерного спецназа.

В современных условиях перехода к инновационному обществу, формирования шестого технологического уклада, целесообразна классификация инженерного мышления по двум уровням [11]:

1-й уровень: типовое проектирование конструкций, аналогичных существующим.

2-й уровень: инновационное проектирование принципиально новых конструкций. Именно это – уровень инженерного спецназа.

В свою очередь, 2-й уровень можно подразделить на следующие подуровни:

1. Поиск новых идей традиционным методом проб и ошибок (МПиО), который может оказаться продуктивным главным образом у отдельных талантливых людей, то есть обладающих актуальной интеллектуальной одаренностью. Таких людей немного, и с переходом к инновационному обществу, их все больше не хватает, поэтому сформировалась целая область деятельности: headhunting («Охота за головами»). Ситуацию, когда инновационная деятельность в обществе основана на headhunting, некоторые философы и социологи называют «интеллектуальным палеолитом», по аналогии с палеолитом – эпохой охотников и собирателей, с той разницей, что в настоящее время идет «охота за головами» и «сбирание идей».

2. Поиск новых идей нецеленаправленными методами (дивергентное мышление: метод фокальных объектов, морфологический анализ, «мозговой штурм» и др.). Ситуацию, когда применяются эти методы, по аналогии с предыдущей, можно назвать «интеллектуальным мезолитом».

3. Поиск новых идей целенаправленными методами (сочетание дивергентного и конвергентного мышления). В настоящее время такие методы содержатся в ТРИЗ и ее расширении на неантропогенные системы – прикладной диалектике. Ситуацию, когда применяются целенаправленные методы, можно назвать «интеллектуальным неолитом».

Переход от палеолита к неолиту, от эпохи охотников и собирателей к земледелию и скотоводству, завершившийся примерно 10 тысяч лет назад, Э. Тоффлер называет началом Первой волны в истории цивилизации [12]. В настоящее время, по Э. Тоффлеру, имеет место Третья волна, основанная на производстве интеллектуального продукта. Вместе с этим, начавшийся переход от «интеллектуального палеолита» к «интеллектуальному неолиту» имеет настолько много общего с первым, что можно высказать для обсуждения гипотезу

о начале Четвертой волны. Сам Э. Тоффлер утверждал, что Четвертая волна наступит с освоением человечеством космического пространства. Несомненно, это будет новая волна, но, возможно, пятая по счету.

Сравнивая вышесказанное с часто используемым понятием «инновационное мышление» (например, в [13]: «мышление, направленное на обеспечение инновационной деятельности, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях, характеризующееся, как творческое, научно-теоретическое, социально позитивное, конструктивное, преобразующее, практичное»), можно сделать вывод, что 2-й уровень инженерного мышления есть существенная часть инновационного мышления.

В то же время, мышление, основанное на целенаправленных методах, можно в полной мере считать инновационным мышлением, так как, во-первых, оно является научно-теоретическим, основывается не просто на наборе приемов, а на фундаментальных диалектических закономерностях развития как антропогенного, так и неантропогенного мира, на том, что всякая продуктивная идея – это идея о развитии той или иной антропогенной системы в соответствии с законами диалектики и с детализирующими их законами прикладной диалектики. Во-вторых, системно-диалектическое представление о мире, содержащееся в прикладной диалектике, по существу, является социально позитивным мировоззрением, сущность которого – в видении мира, как совокупности систем, развивающихся по определенным законам, которые можно познавать и использовать для создания более совершенных систем. Такое мировоззрение можно считать видом инновационного мировоззрения [14].

Подготовка инженерного спецназа на базе целенаправленных методов поиска позволяет развивать конвергентные технологии на основе интеграции достижений в различных областях зна-

ний. Конвергентными технологиями принято называть «большую четверку» технологий, в которую входят информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии и когнитивные технологии. Сама ТРИЗ и основанная на ней ТРИЗ-педагогика являются когнитивными технологиями, так как развивают мышление и воображение человека. Инженерный спецназ способен применять принципиально новый класс компьютерных программ САI, помогающих генерировать инновационные идеи на основе ТРИЗ, малоизвестный и остро необходимый к внедрению в инновационной сфере России. Прикладная диалектика позволяет существенно углубить взаимодействие когнитивных технологий и биотехнологий. В дополнение к классической бионике, применяемой в технических устройствах аналоги структур и функций живых организмов, прикладная диалектика дает возможность изучать методы изобретательства одновременно с изучением биологии, на примерах эволюции живой природы, происходящей по тем же законам, что и создание изобретений, а также проектировать принципиально новые биотехнические системы и биотехнологии. Существует опыт успешного применения ТРИЗ при проектировании молекулярных структур, что открывает перспективы применения в нанотехнологиях.

Названная подготовка инженерного спецназа в принципе является междисциплинарной, так как важнейшим положением ТРИЗ является применение при решении проблемных задач и генерации идей физических, химических, геометрических и других эффектов, для чего созданы структурированные базы («фонды») этих эффектов. Ведутся работы по созданию фондов биологических, психологических и других эффектов.

5-уровневая шкала изобретений и решений проблемных задач автора ТРИЗ Г.С. Альтшуллера относит к высшим уровням решения, основанные на применении в какой-либо области решений

из других областей науки, техники, человеческой деятельности.

Подготовка инженерного спецназа возможна только на основе междисциплинарного проектно-ориентированного обучения, когда группа студентов, как правило, различных специальностей, под руководством преподавателей, работает над проектом по заказу какого-либо предприятия, а после окончания обучения приходит в это предприятие на работу. Обычно считается, что проектно-ориентированное обучение возможно осуществить только в магистратуре. Внедрение системы CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) позволяет начинать подготовку в бакалавриате. Вместе с этим, наименее проработанным звеном в CDIO является первый этап – Conceive («Задумай»). Подготовка на основе методов целенаправленного поиска, в особенности при использовании системы ТРИЗ-педагогика: методов

изобретения знаний и инновационных проектов [16, 17], позволяет создавать на этапе Conceive конструктивные решения, что повышает успешность всего последующего обучения. В бакалавриате оказывается возможным осуществить этапы Conceive и Design, начать этап Implement, а обучение в магистратуре посвятить продолжению и завершению этапа Implement и, с использованием по мере их разработки, виртуальных сред, а также систем Product Life Management (PLM), в имитационном режиме пройти этап Operate.

По существу, это означает переход от традиционного проектно-ориентированного обучения к инновационно-проектному обучению, и, на этой основе, позволяет дополнить модель проектно-ориентированного университета [18] до модели инновационно-проектного университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стенографический отчет о заседании Совета при Президенте по науке и образованию [Электронный ресурс] // kremlin.ru: офиц. сайт Президента России. – М., 2015. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/45962>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
2. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. Правительством Рос. Федерации / Мино образования и науки Рос. Федерации. – М., 2013. – 72 с. – URL: <http://government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
3. Новосёлов, В.В. Инженерный спецназ экономики. Каким должен быть специалист, востребованный сегодня и завтра? / В.В. Новосёлов, В.М. Спасибов // Инж. образование. – 2015. – Вып. 18. – С. 7–14.

4. Шангараев, Р.Г. Об инновационном человеке как экономическом типе // Теорет. экономика. – 2012. – № 6. – С. 74–79.
5. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года («Инновационная Россия – 2020») [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 8 дек. 2011 г. № 2227-р. – URL: <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2014/5636/1238.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
6. Проекты губят ложные идеи [Электронный ресурс] // МИР: Молодая инновационная Россия: сайт. – 2011 – 2016. – URL: <http://i-innomir.ru/posts/1472-chto-meshaet-realizovat-proekty>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
7. Козлов, А.В. Об уровневой структуре креативного класса / А.В. Козлов, О.В. Сидоркина, Т.В. Погребная // Инж. образование. – 2015. – Вып. 18. – С. 34–39.
8. Альтшуллер, Г.С. Найти идею / Г.С. Альтшуллер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 400 с.
9. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – 2 изд., доп. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – 208 с.
10. Международная Ассоциация ТРИЗ (МАТРИЗ) [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – [Оrem, 2010–2016]. – URL: <http://matriz.org>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
11. Козлов, А.В. Формирование инженерного мышления в мировом образовании: содержание и технологии [Электронный ресурс]: [презентация выступл. на Общерос. науч.-практ. конф. «Качество инженерного образования», 24–26 нояб. 2014 г., Томск] / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина. – [Томск, 2014]. – URL: http://aeer.ru/files/Kozlov_participant.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
12. Toffler, A. The Third Wave / Alvin Toffler. – N. Y.: Bantam Books, 1989. – 537 pp.
13. Усольцев, А.П. Понятие инновационного мышления / А.П. Усольцев, Т.Н. Шамало // Пед. образование в России. – 2014. – № 1. – С. 94–98.
14. Похолков, Ю.П. Наша цель – специалист с инновационным мировоззрением [Электронный ресурс]: интервью с проф. Ю.П. Похолковым / записала Т. Зимина // ChemNet: Хим. нака и образование в России: офиц. электрон. изд. хим. фак. МГУ в Internet. – URL: <http://www.chem.msu.su/rus/innovation/welcome.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
15. Подлесный, С.А. CDIO: цели и средства достижения / С.А. Подлесный, А.В. Козлов // Инж. образование. – 2014. – Вып. 16. – С. 8–13.
16. Козлов, А.В. Изобретающее образование [Электронный ресурс] / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Новости ВПК: сайт. – 2006–2016. – URL: http://vprk.name/news/124611_izobretayushee_obrazovanie.html, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2016).
17. Development of creativity in engineering education using TRIZ [Electronic resource] / A.A. Lepeshev, S.A. Podlesnyi, T.V. Pogrebnaaya, A.V. Kozlov, O.V. Sidorkina // IEDEC 2013: Proc. of the 3rd Interdisciplinary Engineering Design Education Conference. – Santa Clara, CA, USA, 2013. – P. 6–9. – Tit. from the screen. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/IEDEC.2013.6526750>.
18. Грудзинский, А.О. Проектно-ориентированный университет / А.О. Грудзинский. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. – 370 с.

Проект инновационного инженерного образования

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

В.А. Прохоров

Анализируется состояние инженерного образования. Обосновывается необходимость создания инновационной инженерной образовательной программы. Предлагаются основные принципы создания инновационной программы, направления подготовки инженерных кадров для академического бакалавриата. Описываются образовательные модули предлагаемой программы.

Ключевые слова: инновационная образовательная программа, фундаментальность, автоматизированные системы, механика.

Key words: innovative education program, fundamentality, automated systems, mechanics.

Реформирование высшего образования продолжается, однако кардинальных изменений не происходит. Направления инженерного образования остаются прежние, во многих случаях при переходе с 5-летнего на 4-летнее обучение профессиональная часть образовательных программ осталась без изменения. Для практической реализации принципа непрерывного образования, многообразия образовательных программ, возможности поступления выпускников технических направлений в магистратуру предлагается новая схема создания инновационной образовательной программы, отличающаяся от существующих программ. Ниже предлагается краткое обоснование и следующие из этого основные принципы, на которые опирается программа.

Состояние рынка продукции инженерного труда в стране показывает, что Россия во многих направлениях техники и технологий отстала от мировых лидеров [1]. В стране наблюдается производство неконкурентоспособной продукции невысокого качества и высокой стоимости, определяемой низкой производительностью и неэффективностью труда.

Реальный рынок труда в сегодняшней России не требует высокой квалификации выпускников в силу сырьевой ориентации нашей экономики. В настоящее время происходит перенасыщение рынка труда невостребованными специалистами, в том числе на инженерных должностях. Одной из основных причин такого положения является несоответствие содержания высшего инженерного образования задачам развития экономики современного общества

Развитие экономики страны прямым образом связано с техническим оснащением и автоматизацией современного производства, применением инновационных, энергоэффективных технологий. В настоящее время тенденция развития мировой экономики определяется развивающимися высокотехнологичными производствами, повышением наукоемкости производства, процессами быстрого обновления материалов, техники и технологий, возникновением принципиально новых отраслей.

Оснащение производства современной техникой и новейшими технологиями немислимо без обеспечения его квалифицированными инженерно-техническими кадрами. Важной задачей профессионального образования является под-



В.А. Прохоров