

УДК 37.036.5

## МНОГОМЕРНОЕ КРЕАТИВНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ

Орлов М.А.

*Академия инструментальной Модерн ТРИЗ (АИМТРИЗ), Берлин, Германия, welcome@mtriz.com*

**Аннотация.** Рассмотрены предложения по имплементации в технических и других университетах, а также в индустрии, современных образовательных программ по направлению Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ).

**Ключевые слова.** ТРИЗ, Модерн ТРИЗ, виртуальные кафедры и центры, искусственный интеллект для инновационного и изобретательского проектирования.

*Изобретать – значит постигать  
объекты в их глубине.  
И.В. Гёте*

Более чем 50-летний опыт исследований, проектирования, преподавания и консалтинга позволяет мне сделать ряд оценок, выводов и предложений.

Первым предложением является напоминание-рекомендация о важности включения (наконец-то ?) в многоуровневую образовательную практику – если не от детского сада, то от школы, университета и до индустрии – Теории Решения Изобретательских задач (ТРИЗ) как выдающейся методологии креативного инженерного мышления. Это, в частности, показывает исследование, которое группа авторов ведет с 2018 г.: количество применений и публикаций по ТРИЗ в мире неуклонно растет [1].

Я с особой благодарностью вспоминаю куратора моей учебной группы Станислава Антоновича Бальцевича в Минском политехникуме, который я закончил в 1965 году, и преподавателя патентоведения Зою Ивановну Лозневу в Минском радиотехническом институте (МРТИ), по окончании которого в 1971 году я еще 14 лет проработал в МРТИ, за то, что эти педагоги приобщили меня к ТРИЗ.

Впоследствии так сложилось, что с 1995 года я начал продвижение ТРИЗ в Германии, где основал Академию инструментальной Модерн ТРИЗ (АИМТРИЗ), а затем и в других странах. В частности, с 1998 г. по 2004 г. я выполнил ряд успешных проектов для СИМЕНС с запатентованными результатами, а в 2005–2006 гг. многократно работал в Южной Корее, в основном для Samsung Advanced Institute of Technology в городе Сувон (в частности, разработал 4 прогнозных проекта-предложения с суммарным стартовым объемом выхода на рынок не менее 14 млрд долларов). О применении ТРИЗ на Самсунге можно посмотреть в одной из немногочисленных статей в русской версии журнала Forbes [19]. Кстати, в числе пионеров в продвижении ТРИЗ на LG и Samsung в начале 2000-х были белорусские ТРИЗ-специалисты Николай Николаевич Хоменко и Николай Андреевич Шпаковский.

В 2006–2019 гг. наряду с консалтинговой и проектной работой я преподавал МТРИЗ в качестве приглашаемого профессора в ТУ Берлина на магистерских программах в Германии и Египте по направлениям Global Production Engineering, Energy Engineering и другим.

В 2006–2008 гг. я передавал знания Модерн ТРИЗ (МТРИЗ) для десятков китайских предприятий и вузов на площадках Российско-Китайского технопарка

в Харбине. И вплоть до «ковидного» 2020 г. мы регулярно проводили в нашей АИМТРИЗ тренинги для представителей китайской индустрии и исследовательских институтов.

Также в течение минувших лет я провел несколько МТРИЗ-тренингов в Минске в БГУИР и в компании UST белорусского изобретателя А.Э.Юницкого, создающего отраслеобразующие технологии для транспортных систем глобального масштаба (так в 2020–2021 г.г. сертифицировано более 100 специалистов), представлял МТРИЗ в «моем родном» предприятии КБТЭМ объединения ПЛАНАР. Кстати, я опубликовал за минувшие 28 лет разделы по струнным системам Юницкого во всех моих основных монографиях (более 10 на русском, английском и китайском языках) и полагаю, что Беларусь может стать глобальным пионером с созданием пилотных струнных транспортных систем, например, от аэропорта в центр Минска, а также в виде транспортного кольца в городе, согласованного с определенными станциями метро. Нельзя упустить такой шанс для имиджа республики.

В прошлом 2023 г. я провел три лекции по приглашению БелИСА ГКНТ РБ в рамках семинаров по изобретательству (<http://belisa.org.by/ru/actions/conference/e63b67b209b5ba37.html>, <http://www.belisa.org.by/ru/actions/conference/ad3f6f5b6835d971.html>, <http://www.belisa.org.by/ru/actions/conference/ae57b05a4fde741b.html>).

Большая многолетняя работа проведена для десятков вузов России, Украины и Казахстана и других государств СНГ в рамках европейской программы ERASMUS и других.

Всего наши МТРИЗ-тренинги прошли более 6,5 тысяч студентов и специалистов более 20 стран.

Второе предложение (уточняющее, инфраструктурное) состоит в создании сети виртуальных кафедр (клубов, центров, классов) АИМТРИЗ при предприятиях и университетах (направление ПРОМТРИЗ – Промышленная МТРИЗ), колледжах и в средних школах РБ (направление УМТРИЗ – Учитель и ученик МТРИЗ). Это можно выстроить в сотрудничестве (рисунок 1) с такими организациями как БОИР, БНТС и БРСМ, в содружестве с инженерными классами, инициированными БНТУ, и, разумеется, при согласовании этих предложений со структурами государственного управления и планирования.

Создание креативной образовательной инфраструктуры на основе новых принципов, стандартизованных форматов и моделей, учебников и учебных

материалов МТРИЗ в масштабе страны позволило бы постепенно нарастить и мобилизовать креативный потенциал новых поколений, выстроить естественно-иерархическую структуру наследования креативного опыта инноваторов, методологов, исследователей и педагогов всех, а особенно, инженерных направлений.

При этом опыт обучения сотен учеников и учителей школ был получен ранее в проекте МИФИ [9], а также в ряде проектов ЮНЕСКО.

Третье предложение углубляет первые два и определяет принципы организации прорывных образовательных процессов в стране. Прежде всего, необходимо отметить, что на любом предприятии почти нет предела инновационной работе, поскольку задачи снижения себестоимости, роста качества продукции и увеличения производительности требуют непрерывной модернизации проектных, технологических и организационных процессов. И осуществлять такую непрерывную модернизацию могут и будут только те кадры, которыми располагает предприятие – других нет!

МТРИЗ предназначена для решения задач непрерывной модернизации. Именно на этом этапе сотрудничество с АИМТРИЗ должно принести максимальную пользу.

Таким образом, имеется потребность в постоянном повышении квалификации работников предприятий, а также в подготовке новых поколений для всех уровней производства и управления. Однако подготовка новых кадров требует времени. В рамках виртуальных кафедр АИМТРИЗ на предприятиях можно обеспечить быструю дополнительную подготовку сотрудников, а также непрерывное планируемое решение задач модернизации.

Особую важность представляет создание систем аккумулирования и концентрации опыта выдающихся инноваторов и изобретателей, создание, фактически, банка креативных знаний предприятия, университета, отрасли, равно как и банков межотраслевого обмена, для межотраслевого трансфера креативных знаний (рисунок 1). МТРИЗ располагает моделями и способами организации таких банков, осуществления специализации и трансфера.

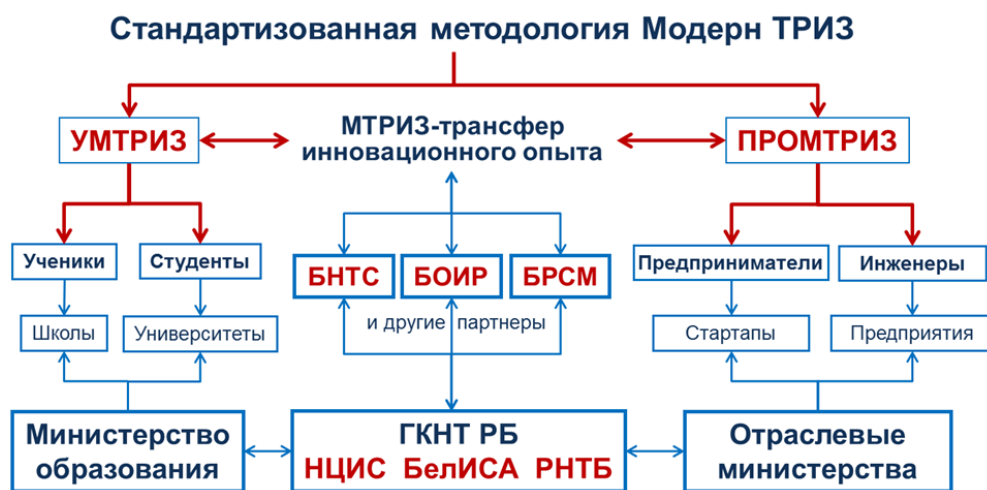


Рисунок 1 – Инфраструктурная модель организации креативного инженерного образования в Республике Беларусь на основе методологии Модерн ТРИЗ

Четвертое предложение состоит в том, чтобы в образовательные программы инженерных университетов (полезно и для всех вузов!), наряду с МТРИЗ, вошли такие процессы, как ознакомление с изобразительным искусством, музыкой, историей, социологией и прикладной философией, а также с основами прикладной психологии индивидуального и группового творчества, чтобы получить базовое образование по фундаментальным явлениям культуры, дополнить инженерное образование эстетическим.

Инженерный интеллект может и непременно должен быть усилен системно-организованным эмоциональным интеллектом для творчества и полноценного развития личности. Такое представление о взаимодействии рационального и эмоционального интеллектов было предложено мной в 1995 г. [18] и более полно опубликовано, начиная с 2002 г [16].

Воспитание инженера как личности с высоким культурным вкусом и достаточным образованием в ключевых областях искусства имеет целью максимальное развитие творческих возможностей.

Идея такого развития восходит к конструктивистским принципам Дьюи (John Dewey, 1910) и Ашера (Abbott Payson Usher, 1929), к истокам и настоящему школ Design Thinking (Stanford University, John E. Arnold, Robert McKim, Bernard Roth и др., 1959 г. и далее (и д.), а также David Kelley и др., 2005, Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University и позднее HPI School of Design Thinking, Potsdam), к интегрированным моделям Амабиле (Teresa M. Amabile, Harvard University, 1983 и д.), наконец, к выдающимся и недооцененным работам де Боно (Edward de Bono, Lateral Thinking, 1967 и д.). Особые основания для концепции интегрированного мышления дают идеи академика Симонова П.В. (прежде всего работы 1964, 1981, 1993 гг.), а также проф. Гигеренцера (Gerd Gigerenzer, почетный директор Max-Planck-Institut für Bildungsforschung – Макс-Планк-Институт исследований в области образования, Берлин, 2000 и д.). В направлении интеграции инжиниринга и художественного творчества необходимо напомнить об идеях и работах Повилейко Р.П. (1967

и д.), не оцененных по достоинству в свое время и не ставших достоянием ТРИЗ. Из последователей классической ТРИЗ большую ценность представляют пионерские идеи Мурашковского Ю.С. (1979 и д.) и Флореску Р.С. (1988). Перспективные идеи многомерного исследования развивали в БНТУ авторы Колешко В.М. и Гулай А.В. с учениками (2002 и д.).

Авторская общая концептуальная схема интеграции прикладного инженерного образования со специальным систематическим креативным образованием на основе Модерн ТРИЗ [см. например: 6, 7, 10], предполагающая создание многомерного креативного образования, представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Концептуальная модель многомерного креативного инженерного мышления

Идея конвергенции концепций ТРИЗ и брейн-сторминга как интеграции альтернативных систем была впервые представлена автором в 1996 г. [18], а с начала 2000-х [16, 17] получила конкретное представление (рис. 3) в виде модели и пилотного софтвера PentaCORE (студии-ядра А-В-С-Д-Е и фрейм-студия F), а также концептуальной основы для разработки образовательных программ на уровне Мастер МТРИЗ. При этом работа в каждой студии строится на основе стандартизованного Мета-алгоритма изобретения Т-Р-И-З – компактной версии «классических» АРИЗ [см. например: 2, 8, 9].

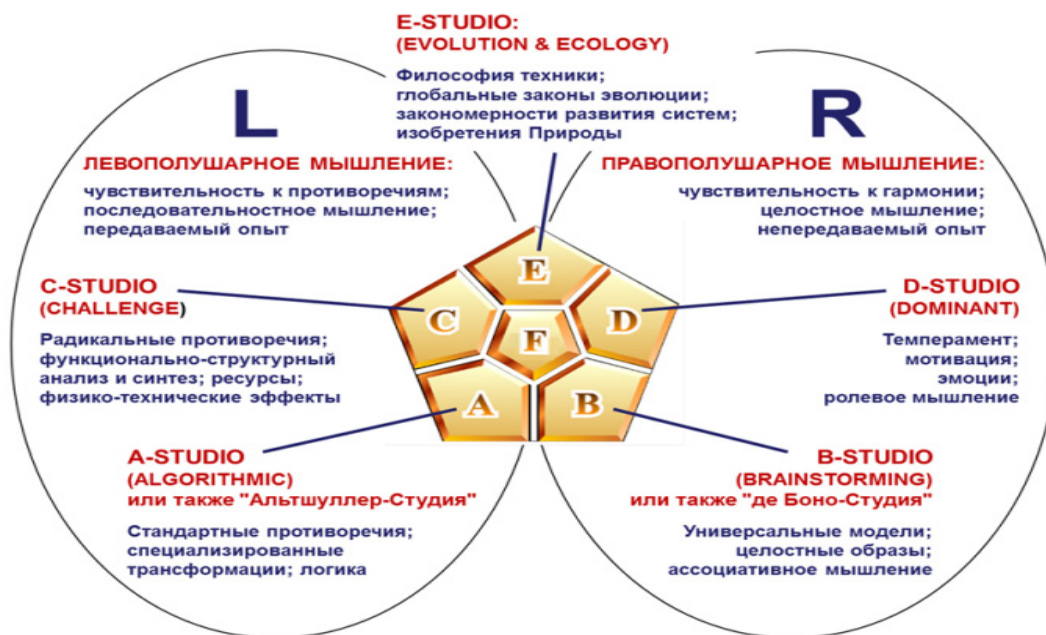


Рисунок 3 – Структура системы креативных студий PentaCORE

Это можно сделать как путем увеличения срока обучения, так и уменьшения часов на такие разделы как математика и даже физика, которые вполне можно эффективно рационализировать.

Дополнительно, АИМТРИЗ предлагает программу второго диплома (сертификата) МТРИЗ Мастер для магистрантов по инженерным специальностям, а также программы для студентов на уровнях МТРИЗ Юниор (стандартный общеобразовательный) и МТРИЗ Практик (с профессиональной специализацией).

Пятое предложение (наконец, но не в последнюю очередь!) рекомендует расширение исследований и разработок по направлению искусственного интеллекта (ИИ) для инновационной и изобретательской практики. Это направление впервые в мире было заложено в МРТИ еще в 1970-х годах Валерием Михайловичем Цуриковым, результатом чего стали такие выдающиеся программные системы как Invention Machine, TechOptimizer, CoBrain и Gold-Fire, применяемые крупнейшими компаниями мира, например, LG и Samsung, и глобальное продвижение ТРИЗ как таковой. В течение последних пяти лет использование ИИ для инновационной и изобретательской практики широко развивается в Европе и Китае, но и в Белоруссии есть необходимый потенциал для этого, прежде всего в БГУИР, БГУ и НАН, а также с возможным приглашением к сотрудничеству выдающихся ТРИЗ-специалистов В.М.Цурикова, А.И.Скуратовича, И.Г.Девойно и других, а также специалистов из компании Invention Machine, работающих и по сей день в Минске

Возвращаясь к оценке значения ТРИЗ, следует отметить, что ведущую роль в любом творчестве, включая инженерное, играет талант человека, а значит, искусство мышления, а это явное соотнесение с ассоциативным мышлением, с брейнстормингом (обобщенно). ТРИЗ, в первую очередь, придает творческому поиску направленный и структурированный характер, подкрепляет инвариантными паттернами и адекватными примерами.



При этом мы и сегодня можем уверенно опираться на напутствие Г.С. Альтшуллера (1991 г.; парафраз): «Качество обучения – вот что было и что остается главной задачей на сегодня и на завтра. Сегодня, переходящее в завтра... Решению творческих задач надо учить; усилия по организации такой учебы окупятся сторицей. [Но] ТРИЗ ломала вековые представления о творчестве. Стоит ли удивляться, что воспринята она была как нечто еретическое?»

И в заключение, мы [4, 20] можем с полным основанием сказать о судьбе и жизненном пути основателя ТРИЗ Генриха Сауловича Альтшуллера словами такого же подвижника разума и добра, таланта и бескорыстия, – Якова Исидоровича Перельмана: *Находить в старом новое – удел гения*. Действительно, сотни тысяч изобретателей и тысячи исследователей, ученых, изучали и создавали миллионы инженерных трансформаций и патентов, и все они видели только технические идеи и решения.

То есть, они видели то, что находилось все же «на поверхности», отвечало инженерному образованию и проектно-технологической практике. В отличие от этого, ТРИЗ открывает то, что находится «в глубине» (по Гёте!) любого технического решения – *творческое содержание, глубокие инвариантные структуры и процессы творческого мышления, творческого проектирования*.

#### Литература

1. International TRIZ Future Conference TFC 2023: Towards AI-Aided Invention and Innovation // WTSP Report (6) Catalogs of TRIZ and Around-TRIZ Sites in the World // Toru Nakagawa, Darrell Mann, Michael Orloff, etc. – pp. 436–452. – [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42532-5\\_34](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42532-5_34)

2. Orloff, M. ABC-TRIZ. Introduction to Creative Design Thinking with MTRIZ Modeling. – China, Beijing, Science Press, 2023. – 514 pp. (Chinese: 《ABC-TRIZ: 基于现代TRIZ模型的创新设计思维导论》)

3. Орлов, М., Орлова, В. ТРИЗ-сюрприз. – М., СОЛОН-Пресс, 2023. – 424 стр.

4. Орлов, М., Орлова, В. Еретик, или пути к своей цели. Эссе: Генрих Альтшуллер, Генрих Шлиман. – М., СОЛОН-Пресс, 2022. – 136 стр.

5. Orloff, M. Modern TRIZ. A Practical Course with EASyTRIZ Technology. – China, Beijing, Science Press, 2021. – 426 pp. (Chinese: 《现代TRIZ: 关于EASyTRIZ技术的实用教程》)

6. Orloff, M. Modern TRIZ Modeling in Master Programs. Introduction to TRIZ Basics at University and Industry. – Springer Nature, Springer Int. Publishing Switzerland, 2020. – 545 (16+529) pp.

7. Орлов, М.А. Азбука современной ТРИЗ. Базовый практический курс Академии Модерн ТРИЗ – Москва, СОЛОН-Пресс, 2019. – 516 с.

8. Орлов, М., Орлова, В. Блиц-ТРИЗ. Мини-конспект по ключевым элементам ТРИЗ. – М., СОЛОН-Пресс, 2018. – 48 стр.

9. Орлов М.А., Духанина Л.Н., Вильчинский А.В. Учим проектному мышлению в школе. Эффективный тренинг по методике МТРИЗ. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2018. – 176 с.

10. Orloff, M. ABC-TRIZ. Introduction to Creative Design Thinking with Modern TRIZ Modeling. – Springer Nature, Springer International Publishing Switzerland, 2016. – 536 (20+516) pp.

11. Орлов, М. Возможности применения МТРИЗ для организации мета-предметного обучения на базе естественнонаучных дисциплин. – Москва, МИФИ, 2015. – 250 стр. (Авторы: Духанина Л.Н., Орлов М.А., Вильчинский А.В.)

12. Orloff, M. Modern TRIZ. A Practical Course with EASyTRIZ Technology. – SPRINGER, NY, 2012. – 465 (16+449) pp.

13. Орлов, М. Нетрудная ТРИЗ. – М., СОЛОН-Пресс, 2011. – 384 стр.

14. Орлов, М. Основы классической ТРИЗ. – 5-е издание, М., СОЛОН-Пресс, 2015. – 432 стр.

15. Orloff, M. Inventive Thinking through TRIZ: A Practical Guide. – China, Beijing, Science Press, 2010. – 354 pp. (Chinese: 《用TRIZ进行创造性思考实用指南》(原书第二版))

16. Orloff, M. Grundlagen der klassischen TRIZ: ein praktisches Lehrbuch des erfinderischen Denkens für Ingenieure // 3. Auflage (3-е издание). – SPRINGER VDI Verlag, Berlin, Heidelberg. – 391 S., 2006, ISBN-10 3-540-34058-0 (2. Aufl. in 2005; 1. Aufl. in 2002)

17. Orloff, M. Inventive Thinking through TRIZ: A Practical Guide // 2nd issue (2-е издание). – SPRINGER-Verlag Inc., New York. – 352 pp., 2006, ISBN-10 3-540-33222-7 (1st issue in 2003)

18. Konstruktionsmanagement / Prof. V. Klein (Hrsg.). WEKA Fachverlag, Augsburg, 1996–1998; 2 Bände – Losebl.-Ausg.; inkl. Orloff, Michael: Ein Instrument für innovatives Konstruieren: CROST™ – Constructive Resource-Oriented Strategy of Thinking, ISBN 3-8111-5592-X

19. <https://www.forbes.ru/kompanii/internet-telekom-i-media/235832-rossiiskie-mozgi-samsung-kak-rossiyane-pomogli-kompanii-sta>

20. Эссе М.А. Орлова (2016 г.) к 60-летию первой статьи и 55-летию первой книги Генриха Альтшуллера: <http://gramtriz.com> – на главной странице

## MULTI-DIMENSIONAL CREATIVE ENGINEERING THINKING

M.A. Orloff

*Academy of Instrumental Modern TRIZ (AIMTRIZ), Berlin, Germany, welcome@mtriz.com*

**Abstract.** Proposals for the implementation in technical and other universities, as well as in industry, of modern educational programs in the field of Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) were considered.

**Keywords.** TRIZ, Modern TRIZ, virtual departments and centers, artificial intelligence for innovative and inventive design.