

УДК 378:001.894:001.92

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Умаржанов А.А., Абдуллозода Б.Х.

*Горно-металлургический институт Таджикистана, Чкаловск, e-mail: safo.tj@mail.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию возможностей современной теории решения изобретательских задач (Модерн ТРИЗ), её значения и использования в инженерном образовании. Кратко описаны суть и содержание основных этапов МТРИЗ технологии: приведены схема стандартной фундаментальной модели для организации процесса создания изобретения метаалгоритма изобретения ТРИЗ на основе четырех-компонентной структуры: тренд, редукция, изобретение и зуминг. Делается вывод о том, что метаалгоритм Изобретения проф. М. Орлова, дополненный инструментальным арсеналом ТРИЗ Г. Альтшуллера, является эффективным методом обучения студентов изобретательству. В качестве примера использования метаалгоритма изобретения ТРИЗ при проектировании эффективных инженерных конструкций, приведен процесс разработки новой колосниковой решетки для очистителя хлопка от крупного сора марки ЧХ-3М2. Предлагается в основные образовательные программы бакалавриата и магистерские программы технических вузов Республики Таджикистан ввести обязательную учебную дисциплину «Начала современной теории решения изобретательских задач» объемом 4–6 кредитов (100–120 ч), с целью формирования у студентов способности генерирования инновационных идей и эффективного решения профессиональных задач на уровне изобретений, что будет способствовать повышению качества инженерного образования.

**Ключевые слова:** изобретательство, Модерн ТРИЗ, метаалгоритм изобретения Т-Р-И-З, схема создания эффективных идей, тренд, редукция, изобретение, зуминг, хлопкоочистительная машина, колосниковая решетка

## THE USE OF THE MODERN THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING TO DEVELOP EFFECTIVE ENGINEERING DESIGNS

Umarzhanov A.A., Abdullozoda B.Kh.

*Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan, Chkalovsk, e-mail: safo.tj@mail.ru*

This article is devoted to the study of the possibilities of the modern theory of solving inventive problems (Modern TRIZ), its significance and use in engineering education. The essence and content of the main stages of the MTRIZ technology are briefly described: the scheme of the standard fundamental model for the organization of the invention creation process is presented. Meta Algorithm. TRIZ inventions based on the four-component structure: trend, reduction, invention and zuming. It is concluded that the Meta Algorithm of Inventions by prof. M. Orlov, supplemented by the instrumental arsenal of TRIZ G. Altshuller, is an effective method of teaching students to invention. As an example of the use of the Meta-Algorithm of TRIZ inventions in the design of effective engineering structures, the process of developing a new grate for a cotton cleaner from a large litter of grade CHX-3M2 is given. It is proposed to introduce the compulsory academic discipline «The Beginning of the Modern Theory of Solving Inventive Problems» in the basic educational programs of the bachelor's degree and master's programs of technical universities in the Republic of Tajikistan in the amount of 4-6 credits (100-120 hours), in order to form students' ability to generate innovative ideas and effective solutions professional tasks at the level of inventions, which will contribute to improving the quality of engineering education.

**Keywords:** inventing, Modern TRIZ, Meta-algorithm Inventions T-R-I-Z, creation of effective ideas scheme, trend, reduction, invention, zooming, cotton cleaner, grate

Горно-металлургический институт Таджикистана поставил высокие цели развития – разработку и поэтапное внедрение новых образовательных программ, соответствующих принципам Болонского процесса и отвечающих европейским стандартам обеспечения качества инженерного образования EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes. В связи с этим назрела потребность в практико-ориентированной подготовке бакалавров и магистров, интегрирующая изучение ТРИЗ – теории решения изобретательских задач с другими дисциплинами, с проектной деятельностью и научно-техническим творчеством.

Актуальность исследуемых в настоящей статье задач обусловлена тем, что инженерное проектирование является ключевой компонентой инженерного образования, и повышение его эффективности с использованием ТРИЗ технологий способствует повышению качества подготовки нового поколения инженеров для инновационной экономики Республики Таджикистан.

Профессиональную подготовку будущих инженеров можно качественно улучшить путем приобщения студентов к изобретательству. Изобретательство, как процесс решения инженерных задач, характеризует собой высший уровень инженерного творчества и поэтому должно стать

частью подготовки высококвалифицированных специалистов для инновационной экономики Республики Таджикистан.

Как подготовить инновационных инженеров, как повысить КПД образовательного процесса в инженерном вузе? Ответ на эти вопросы можно сформулировать следующим образом: срочное внедрение в образовательные программы вузов Республики Таджикистан технологии обучения будущих инженеров основам современной теории решения изобретательских задач – ТРИЗ, или в брендовом варианте – Модерн ТРИЗ.

ТРИЗ-технология имеет мировое признание и применяется как высокоэффективный инструмент решения творческих задач во многих областях инженерной деятельности: начиная с ситуационных задач и заканчивая конструированием и проектированием технических систем и инновационных технологий. Такие всемирно известные компании Ford, Mercedes-Benz, Samsung, Motorola, Siemens, Phillips, LG и др. сделали ТРИЗ частью подготовки инженерно-технического персонала для своих производств [1].

Модерн ТРИЗ (МТРИЗ) – Технология конструктивного – системно-организованного, функционально-достоверного и стандартизованного обучения разработана профессором Михаилом Орловым впервые в истории ТРИЗ [2].

МТРИЗ – это конструктивная методология генерации эффективных идей и раз-

решения изобретательских задач на основе моделей противоречий и методов их разрешения, экстрагированных из известных примеров эффективных решений.

Целью МТРИЗ является создание эффективных моделей для изобретения эффективных идей. Ключевым инструментом в МТРИЗ является метаалгоритм изобретения ТРИЗ.

Метаалгоритм изобретения (МАИ) Т-Р-И-З, разработанный профессором Михаилом Орловым, есть стандартная фундаментальная модель для организации процесса создания изобретения на основе четырехкомпонентной структуры: тренд, редукция, изобретение и зуминг [2]. МАИ, дополненный инструментальным арсеналом ТРИЗ, является эффективным методом обучения студентов изобретательству.

С точки зрения МАИ Т-Р-И-З процесс решения инженерной задачи на изобретательском уровне может быть представлен конструктивной четырёхэтапной схемой.

Инструментальным арсеналом ТРИЗ являются разработанные Г.С. Альтшуллером 40 приемов устранения технических противоречий – моделей трансформации и 76 стандартов на решение изобретательских задач.

Аналогично изобретение эффективных идей в инженерной деятельности может быть реализовано на основе следующей схемы (рис. 2).



Рис. 1. Метаалгоритм изобретения Т-Р-И-З: Тренд – анализ проблемной ситуации, установление цели и определение направления развития конструкции; Редукция – построение модели проблемы в форме противоречия; Изобретение – создание идеи с помощью моделей трансформации; Зуминг – рассмотрение идеи в разном масштабе (с разных уровней – зуминг) для оценки эффективности



Рис. 2. Схема создания эффективных идей

Из рис. 2 видно, что создание эффективных идей для трансформации прототипа из состояния «Есть», содержащего исходное противоречие, к состоянию «Должно быть», не содержащего исходного противоречия и обладающего новыми требуемыми свойствами, предполагает пройти через следующие четыре фазы: Тренд – Редукция – Изобретение – Зуминг.

Решение начинается с анализа исходной проблемной ситуации (Тренд) и формулировки противоречия как модели проблемы (Редукция). Противоречие принадлежит прототипу, который должен быть улучшен. Затем надо установить цель – идеальный конечный результат (ИКР). Самый сильный ИКР, когда система сама на основе самоорганизации решает проблему имеющимися ресурсами или с небольшими изменениями. Затем нужно выбрать модели трансформации, т.е. конкретные пути к цели. И наконец – изобрести конкретные решения, изменяя ресурсы прототипа в направлении к результату, отвечающему требуемому ИКР.

В качестве примера использования метаалгоритма изобретения Т-Р-И-З при проектировании эффективных инженерных конструкций рассмотрим разработку колосниковой решетки очистителя волокнистого материала (хлопка-сырца).

#### 1. Тренд.

Проведенные теоретические исследования профиля колосников и опыт эксплуатации хлопкоочистительных машин в промышленности показали, что высокая избирательная способность к сорной выделению обеспечивается профилем колосника. А.Е. Лугачёвым и Х.К. Турсуновым было установлено [3], что цилиндрические колосники активны в выделении сора удлиненной формы, а колосники с четко выраженной рабочей гранью, эффективны для вычищения мелких сорных примесей из волокнистого материала (хлопка). Потеря рабочей грани на колоснике в современных очистителях (рис. 3) привела к сниже-

нию избирательной способности профиля колосника к выделению мелких сорных примесей, достаточно прочно связанных с волокнистой частью материала. Этот недостаток на хлопкозаводах компенсируется прямым увеличением числа модулей очистки или установкой отдельных очистителей для крупного и отдельных очистителей для мелкого сора, что в итоге приводит к снижению качества волокнистого материала за счет увеличения механического воздействия и повышению себестоимости обработки.

**ПРОБЛЕМА:** как повысить эффективность очистки волокнистого материала (хлопка-сырца) от сорных примесей?

В результате проведенного нами патентного обзора в качестве прототипа выбрана колосниковая решетка очистителя волокнистого материала, содержащая колосники, выполненные в виде цилиндрических стержней, имеющая дополнительные колосники, выполненные в виде многогранных стержней и установленные между цилиндрическими стержнями, а также привод для вращения многогранных стержней вокруг своих осей (А.С. № 58234, опубл. 30.11.77, БИ № 44). К недостаткам этого устройства-прототипа относятся повышение вероятности механического повреждения хлопка из-за вращения многогранных колосников и недостаточная эффективность очистки хлопка вследствие пониженной избирательной способности профиля основных (цилиндрических) колосников. Также необходимо отметить то, что наличие привода усложняет конструкцию колосниковой решетки.

#### 2. Редукция.

X-ресурс, вместе с имеющимися или изменяемыми ресурсами и без усложнения объекта или внесения негативных свойств, гарантирует получение ИКР – «эффективная очистка волокнистого материала (хлопка-сырца), как от крупных, так и от мелких сорных примесей».



Рис. 3. Колосниковая решетка очистителя хлопка от крупного сора ЧХ-3М2

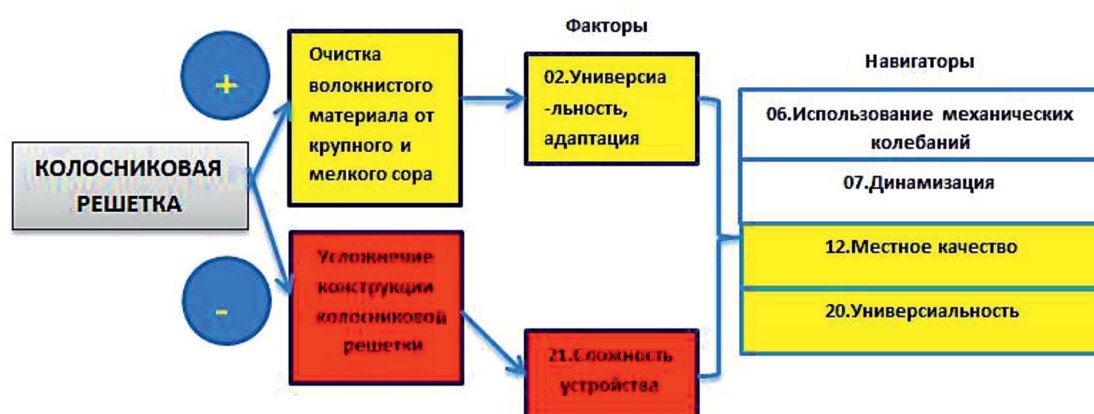


Рис. 4. Схема стандартного противоречия для колосниковой решетки

Стандартное (техническое) противоречие – это бинарная модель, в которой один из факторов соответствует и содействует главной полезной функции системы (позитивный тренд-фактор или плюс-фактор), а другой фактор не соответствует или противодействует этой функции (негативный проблем-фактор или минус-фактор). Используя методику МАИ-ТРИЗ [4, с. 54] составим графическое представление стандартного противоречия (рис. 4), позволяющее легко видеть структуру конфликтующих факторов в конструкции колосниковой решетки очистителя хлопка:

При составлении этой схемы мы использовали метод ВICO (Binary In Cluster Out) [4, с. 15], А – матрицу и Ас – ката-

лог моделей [4, с. 21]. Выяснили, что важнейшими для формирования требуемых свойств технического решения являются следующие модели (по Альтшуллеру: приемы устранения технических противоречий): 06 – Использование механических колебаний; 07 – Динамизация; 12 – Местное качество; 20 – Универсальность.

Радикальное (физическое) противоречие – это бинарная модель, в которой первый фактор отражает одно требование (плюс-фактор), а второй фактор – второе требование (минус-фактор), такие, что оба фактора представляют одно и то же свойство одного и того же конструкта, однако являются несовместимыми. Представим радикальное противоречие в виде следующей схемы (рис. 5).



Рис. 5. Сема радикального противоречия для колосниковой решетки

### 3. Изобретение.

В качестве ключевых моделей из определенных нами навигаторов (рис. 4) вполне подходят для разрешения сформулированных противоречий следующие:

12. *Местное качество*: а) перейти от однородной структуры объекта (колосниковая решетка, содержащая цилиндрические колосники) к неоднородной (колосниковая решетка, содержащая нецилиндрические колосники); б) разные части объекта должны иметь разные функции (отдельные колосники должны вычищать крупные сорные примеси, другие – мелкие сорные примеси).

20. *Универсальность*: объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах (колосниковая решетка очищает волокнистый материал, как от крупных, так и от мелких сорных примесей, благодаря чему отпадает необходимость установки дополнительных очистителей).

Дополнительное решение по радикальному противоречию: по навигатору 12 – колосники выполняются в виде многогранных стержней, имеющих в поперечном сечении форму правильных многоугольников: треугольник, квадрат, пятиугольник, шестиугольник и семиугольник. По навигатору 20 – колосники в колосниковой решетке должны быть установлены с увеличивающимся числом граней по ходу перемещения волокнистого материала в очистителе. При этом мелкие сорные примеси будут эффективно выбиваться колосниками треугольного и четырехугольного профиля, а крупные сорные примеси – колосниками пятиугольного, шестиугольного и семиугольного профиля. С увеличением числа граней профиль колосника будет приближаться к кругу, т.е. колосниковая решетка приобретает более высокую избирательную способность по сору: сначала будут вычищаться мелкие сорные примеси, а потом – крупные сорные примеси.

#### 4. Зуминг. Противоречия устранены.

Сверхэффекты: Возможность создания разнонаправленных и различной интенсивности ударных импульсов на гранях колосников в процессе очистки волокнистого материала. Эти ударные импульсы будут способствовать более интенсивному выделению хаотически расположенных сорных примесей из очищаемого волокнистого материала (хлопка).

Негативные эффекты: нет.

*Краткое описание изобретения.* Для повышения эффективности очистки волокнистого материала (хлопка) колосники выполнены в виде многогранных стержней и установлены в колосниковой решетке с увеличивающимся числом граней по ходу перемещения очищаемого волокнистого материала (рис. 6). Использованы навигаторы 12 – Местное качество и 20 – Универсальность. На данное техническое решение нами получен малый патент на изобретение Республики Таджикистан [5].

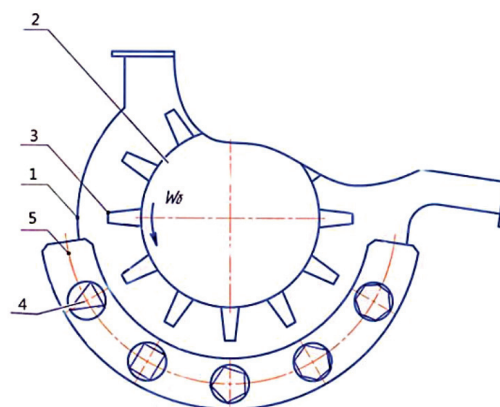


Рис. 6. Очиститель волокнистого материала: 1 – корпус очистителя; 2 – колковый барабан; 3 – колки барабана; 4 – многогранные колосники; 5 – колосниковая решетка

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Подготовка нового поколения инженеров – стратегическая задача технических вузов и основа перехода Республики Таджикистан на инновационный путь развития.

2. Ключевая фигура в этой инновационной экономике – инженер, способный генерировать инновационные идеи и их реализовывать.

3. В образовательные программы в области техники и технологий вузов Республики Таджикистан необходимо ввести дисциплину «Начала современной ТРИЗ» объемом в 6–8 кредитов (120–140 ч), с целью формирования у студентов способности (компетенции) генерирования инновационных идей и решения инженерных задач на уровне изобретений.

#### Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 400 с.
2. Орлов М.А. Азбука ТРИЗ. Основы изобретательского мышления. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. 208 с.
3. Лугачев А.Е., Турсунов Х.К. Основы современной технологии и процессов в модулях питания и очистки хлопка-сырца и волокна: учеб. пособие. Ташкент, 2006. 160 с.
4. Орлов М.А. Первичные инструменты ТРИЗ. Справочник практика. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. 128 с.
5. Умаржанов А.А., Абдуллозода Б.Х., Валламатов Ш. Колосниковая решётка очистителя волокнистого материала // Малый патент на изобретение Республики Таджикистан № ТЈ 688. Бюл. 106. 2015.