

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА

(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Исторический факультет

Кафедра философии, экономики и права

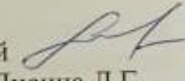
**ПОГРЕБНАЯ ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

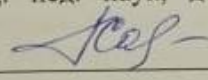
**ТРИЗ-ПЕДАГОГИКА КАК РЕСУРС РАЗВИТИЯ НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование.

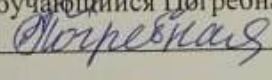
Направленность (профиль) образовательной программы  
Экономика и управление непрерывного образования

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ  
И.о. заведующего кафедрой   
канд. филос. наук, доцент Лисина Л.Г.

\_\_\_\_\_  
Научный руководитель

Канд. пед. наук, доцент Саволайнен  
Г.С. 

\_\_\_\_\_  
Дата защиты

Обучающийся Погребная Т.В.  


Оценка хорошо

Красноярск 2022

## РЕФЕРАТ

Диссертация на тему: «ТРИЗ-педагогика как ресурс развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы».

Объем – 86 страниц, включая 1 рисунок, 4 приложения.

Количество использованных источников – 51.

Ключевые слова: ТРИЗ-педагогика, научно-техническое творчество обучаемых, групповое руководство, метод инновационных проектов, интеллектуальная собственность.

Цель исследования: выявить, обосновать и реализовать организационно-педагогические условия, при которых ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся.

Объект исследования: научно-техническое творчество обучающихся общеобразовательной школы .

Предмет исследования: организационно-педагогические условия, при которых ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы.

Задачи исследования:

1. Анализ педагогической, методической, психологической литературы по предмету исследования.

2. Выявление и формулирование базовых идей ТРИЗ-педагогики.

3. Применение метода инновационных проектов для развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы

4. Обеспечение недирективной поддержки развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы.

Результаты работы заключаются в создании возможностей для организации научно-технического творчества обучаемых на современном методологическом уровне.

Новизна исследования заключается в разработке и апробации метода ТРИЗ-педагогики «Метод инновационных проектов», распространяющего ТРИЗ-педагогическую деятельность, и рекомендаций по организации работы с интеллектуальной собственностью в школах и организациях дополнительного образования.

Практическая значимость выполненного исследования заключается в создании возможностей для предварительной подготовки обучающихся к работе в условиях Индустрии 4.0.

## ABSTRACT

Dissertation on the theme: "TRIZ-pedagogics as a resource for the development of scientific and technical creativity of secondary school students".

The volume is 86 pages, including 1 figure, 4 appendices.

The number of sources used is 51.

Keywords: TRIZ-pedagogics, scientific and technical creativity of trainees, group management, method of innovative projects, intellectual property.

The purpose of the study: to identify, substantiate and implement organizational and pedagogical conditions under which TRIZ-pedagogy will act as a resource for the development of scientific and technical creativity of students.

The object of research: scientific and technical creativity of secondary schools students.

Subject of research: organizational and pedagogical conditions under which TRIZ-pedagogy will act as a resource for the development of scientific and technical creativity of secondary schools students.

Research objectives:

1. Analysis of pedagogical, methodological, psychological literature on the subject of research.
2. Identification and formulation of the basic ideas of TRIZ pedagogy.
3. Application of the method of innovative projects for the development of scientific and technical creativity of secondary school students
4. Providing non-directive support for the development of scientific and technical creativity of secondary school students.

The results of the work are to create opportunities for the organization of scientific and technical creativity of students at the modern methodological level.

The novelty of the research lies in the development and testing of the TRIZ-pedagogics " Innovative Projects Method ", which extends TRIZ-pedagogics to scientific and technical creativity, including project activities, and recommendations on the organization of work with intellectual property in schools and organizations of additional education.

The practical significance of the research is to create opportunities for preliminary training of students to work in the conditions of Industry 4.0.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТРИЗ-ПЕДАГОГИКИ КАК РЕСУРСА РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ .....	15
1.1. Сущность и образовательный ресурс ТРИЗ-педагогика.....	15
1.2. Базовые методы и технологии ТРИЗ-педагогика .....	20
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ ПРАКТИК ПРИМЕНЕНИЯ ИДЕЙ ТРИЗ-ПЕДАГОГИКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	27
2.1. Анализ организации научно-технического творчества обучающихся в России .....	27
2.2. Современное состояние работы с интеллектуальной собственностью в школьном образовании .....	40
ГЛАВА 3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО РАЗВИТИЮ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ....	45
3.1. Развитие метода инновационных проектов .....	45
3.2. Проект «Школьная лаборатория 4.0» - технология будущего.....	59
ГЛАВА 4. НЕДИРЕКТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	62
4.1. Проект безаварийной авиамодели .....	62
4.2. Проект тренажёра для приютов животных .....	70
4.3. Проект экологически безопасного танкера. ....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	77
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	83

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность проблемы.** Активные процессы преобразований в российской системе образования, в соответствии с Национальным проектом «Образование» и Президентским проектом «Билет в будущее» предъявляют новые требования и одновременно открывают новые возможности для развития научно-технического творчества обучающихся, в том числе в форме проектной деятельности. Эти возможности поддерживаются молодёжными программами Национальной технологической инициативы (НТИ): «Кружковое движение», «Проектные школы», «Наставники» и др. Федеральный образовательный стандарт среднего общего образования в качестве особой формы организации деятельности обучающихся, предусматривает выполнение индивидуальных проектов. Значительная часть этих проектов может быть результатом научно-технического творчества.

Важность научно-технического творчества обучающихся нашла отражение в Концепции дополнительного образования детей до 2030 года, утверждённой Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р. [17]. П. 21 Плана мероприятий по реализации Концепции (I этап) предусматривает «Вовлечение обучающихся общеобразовательных организаций в научно-техническое творчество под научным руководством образовательных организаций высшего образования, научных организаций, высокотехнологичных компаний».

Развивается материальная база научно-технического творчества и проектной деятельности учащихся: «Кванториумы», Центры молодёжного инновационного творчества (ЦМИТ) оснащены устройствами /принтерами с 3D-печатью, лазерными гравёрами и другим высокотехнологичным оборудованием. Предпринимаются шаги в развитии методологии проектирования. «Кружковым движением» НТИ [19] предусмотрена разработка методологии на базе лучших отечественных и международных

технологий работы наставника: (теория решения изобретательских задач - ТРИЗ [1, 28], STEM-игротехника [29], дизайн-мышление и др.).

Ряд из названных технологий находит применение в реальной конструкторской деятельности, в создании инновационных решений конструкторскими подразделениями крупнейших транснациональных корпораций, отвечающих этим на проблемы-вызовы четвёртой технологической революции (Индустрии 4.0). Тем важнее применение этих технологий в научно-техническом творчестве обучающихся, для их предварительной подготовки к последующей профессиональной деятельности, где возрастают требования к креативности.

Международная практика последних двух десятилетий показывает тенденцию перехода инновационной деятельности крупнейших инновационных корпораций (Боинг, Самсунг, Кодак, Моторола, Дженерал Электрик, Сименс и многих других) на применение ТРИЗ, которая приносит им дополнительно сотни миллионов долларов и евро. Всё шире методология ТРИЗ применяется в этих целях в зарубежном высшем образовании, включая университеты, входящие в Top-100. На базе Университета Синьхуа (г. Синьчжу, «Силиконовая долина» Тайваня) создано и активно действует Международное общество систематических инноваций, задача которого – внедрение методологий (в особенности ТРИЗ), позволяющих конструкторам различных видов техники и технологий постоянно (а не от случая к случаю, по озарению) создавать инновационные решения. Начинают применять ТРИЗ и отечественные корпорации: Ростех, РусГидро, Роскосмос, Роснано, «Еп+», обучая этой методологии своих сотрудников.

Методология ТРИЗ уже с 50-х гг. прошлого века применялась в небольшом количестве организаций общего, профессионального и дополнительного образования России и давала результаты не только в виде побед и призовых мест на конкурсах НТТМ, но в отдельных случаях и в виде изобретений и полезных моделей, т.е. объектов интеллектуальной собственности, что является принципиально новым для школьного

образования.

Возрастающие потребности импортозамещения современной техники и технологий в особенности вызывают важность расширения применения ТРИЗ в научно-техническом творчестве обучающихся.

**Объект исследования:** научно-техническое творчество обучающихся общеобразовательной школы

**Предмет исследования:** организационно-педагогические условия, при которых ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы.

**Цель исследования:** выявить, обосновать и реализовать организационно-педагогические условия, при которых ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся.

**Гипотеза.** ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы, если в ней будут созданы следующие организационно-педагогические условия:

- применение метода инновационных проектов;
- обеспечение недирективной поддержки развития научно-технического творчества обучающихся.

**Задачи исследования.**

1. Анализ педагогической, методической, психологической литературы по предмету исследования.
2. Выявление и формулирование базовых идей ТРИЗ-педагогики.
3. Применение метода инновационных проектов для развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы
4. Обеспечение недирективной поддержки развития научно-технического творчества обучающихся общеобразовательной школы.

**Практическая значимость** заключается в создании возможностей для предварительной подготовки обучающихся к работе в условиях Индустрии 4.0.

Вместе с этим, прикладная диалектика (ТРИЗ, расширенная на неантропогенные и социальные системы), на которой базируется ТРИЗ-педагогика, способствует формированию созидательных, творческих личностей обучающихся, ориентирует их в современном быстро меняющемся мире, показывая постоянство фундаментальных законов развития мира, давая положительные эмоции от успешности в создании собственных идей, отвлекает от девиантного поведения, наркотиков и других антисоциальных проявлений. Формируемая в сознании обучающихся системная картина мира воспитывает патриотизм и настойчивость в достижении поставленных целей.

#### **Основной метод исследования.**

Всеобщий метод: диалектический, включая прикладную диалектику (ТРИЗ, расширенную на нетехнические и неантропогенные системы).

Методы теоретического исследования: системный анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия, обобщение, абстрагирование, анализ литературы, сравнение.

Методы эмпирического исследования: наблюдение, педагогический эксперимент, беседа.

#### **Обзор источников и литературы.**

В настоящее время научно-техническому творчеству обучающихся посвящён ряд изданий: журналы «Юный техник», «Юный натуралист», «Моделист-конструктор», «Техника-молодёжи» и другие. Значительное внимание научно-техническому творчеству обучающихся отводят журнал «Дополнительное образование и воспитание», Единый национальный портал дополнительного образования детей, журналы «Директор школы», «Педагогический журнал», «Педагогические науки», «Педагогика. Вопросы теории и практики» и др. Серьёзное внимание научно-техническому творчеству школьников уделяют вузы в целях формирования контингента подготовленных абитуриентов. Особую активность проявляет Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», на базе



которого действует Федеральный центр технического творчества учащихся, издающий журнал «Техническое творчество молодёжи».

В статьях, публикуемых в этих и других журналах в последние годы, отмечается важность формирования такой компетенции, как креативность, ещё в школьном, довузовском образовании, и не только в старших классах, так как в этом возрасте у детей ещё не сформировались стойкие мыслительные стереотипы. Вопросами развития креативности, в том числе в НТТУ, активно занимаются: Московский методологический кружок (Г.П. Щедровицкий, Н.Г. Алексеев, О.И. Генисаретский и другие), методологическая школа организации коллективной мыследеятельности, теории развивающего обучения (В.В. Давыдов, Д.Б. Эльконин), психолого-педагогическая школа, продолжающая подходы Л.С. Выготского, научный коллектив под руководством Ю.В. Громыко, объединившего подходы Методологического кружка и теории развивающего образования). Ими разработан метод организации проектной деятельности учащихся, построенный на разработках мыследеятельностной педагогики.

Анализ названных публикаций и программ показывает, что в них преобладает традиционный подход, когда развитие творческих способностей (креативности) школьников лишь стимулируется внешними факторами: популяризацией, конкурсами, укреплением материальной базы и т.п. Аналогично обстоит дело и за рубежом, где на стимулирование выделяется больше средств. Например, широко отмечается День детских изобретений (Kid Inventors' Day) (17 января – День рождения Бенджамина Франклина – одного из «отцов-основателей» США, придумавшего ласты для плавания в 12 лет).

Отдельно можно отметить серию издаваемых в г. Екатеринбурге журналов: «Юный учёный», «Школьная наука», «Старт в науке», «Наука без границ». Эти журналы предназначены специально для школьников и студентов. Публикации в них учитываются, как научные (РИНЦ, Google Scholar). В них публикуются статьи, являющиеся результатом научно-

технического творчества обучающихся в школах, но не обязательно статьи, предметом которых является научно-техническое творчество. Тем не менее, по публикациям в этих журналах можно судить об уровне существующих передовых практик в области научно-технического творчества учащихся.

Из зарубежных изданий в наибольшей степени связаны с ТРИЗ «The International Journal of Systematic Innovation» («Международный журнал систематических инноваций»), издающийся на Тайване, а также «IEEE Xplore Digital Library» - цифровая библиотека Международного института инженеров IEEE. Названные источники индексируются в Scopus. Однако в них публикации по вопросам применения ТРИЗ касаются в основном «взрослой» профессиональной деятельности.

В вышеназванных источниках ТРИЗ-педагогика упоминается крайне редко. Вместе с этим, издаются и переиздаются книги по ТРИЗ-педагогике, среди авторов которых такие известные специалисты по ТРИЗ-педагогике, как А.А. Гин, С.И. Гин, С.Ю. Модестов, И.Л. Викентьев, В.И. Тимохов и другие [7 – 11 и др.]. Существуют сайты по ТРИЗ-педагогике, например, «Креативный мир» компании TRIZAND (инициативный проект В. Тимохова) [18]. В названных источниках содержатся в основном наборы творческих задач по различным предметам и дисциплинам.

Таким образом, задача разработки конкретной методологии применения ТРИЗ в научно-техническом творчестве обучающихся является актуальной.

Работа структурирована и состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений..

*Первая глава* имеет теоретический характер и посвящена изучению назначения ТРИЗ-педагогике, её связи с диалектическим методом познания, её сформировавшимся методам, преимуществам, а также посвящена истории ТРИЗ-педагогике от зарождения до настоящего времени.

*Вторая глава* имеет аналитический характер и посвящена современному состоянию научно-технического творчества обучающихся,

современным требованиям к нему, его проблемам и возможностям решения этих проблем методами ТРИЗ-педагогике, а также требованиям к ТРИЗ-педагогике, при выполнении которых ТРИЗ-педагогика может эффективно решать названные проблемы.

*Третья глава* посвящена выполнению современного требования к ТРИЗ-педагогике: распространению ТРИЗ-педагогике с традиционной области применения – этапа учебного процесса, посвящённого решению задач (метод творческих задач), также на научно-техническое творчество обучающихся, в том числе на проектную деятельность (авторский метод инновационных проектов). Показана сущность метода инновационных проектов, а также особенности применения метода в различных мероприятиях по научно-техническому творчеству. Сформулированы организационно-педагогические условия, при которых ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества обучающихся.

*В четвёртой главе* рассмотрен опыт работы автора по апробации и реализации метода инновационных проектов. Приведены примеры выполнения проектов обучающихся этим методом. Приведён пример совместной работы с Всероссийским оргкомитетом Фестиваля «Наука 0+» и Президентским лицеем «Сириус» по разработке предложения в план Десятилетия науки и технологий России.

**Научная новизна** заключается в разработке и апробации метода ТРИЗ-педагогике «Метод инновационных проектов», распространяющий ТРИЗ-педагогике на научно-техническое творчество, в том числе проектную деятельность, и рекомендаций по организации работы с интеллектуальной собственностью в школах и организациях дополнительного образования.

#### **Апробация.**

Теоретические и практические результаты исследования докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях и форумах:

X Всероссийская (с международным участием) научно-методическая конференция «Инновации в естественнонаучном образовании». Красноярск, КГПУ им. В. П. Астафьева, 23 октября 2018 г.

XI Всероссийская научно-методическая конференция «Современная дидактика и качество образования», г. Красноярск, 24–25 января 2019 г.

XV Международная научно-практическая конференция «От школьного проекта – к профессиональной карьере», г. Саратов, 27–28 марта 2019 г. (дистанционное участие).

XXVI Всероссийская научно-практическая конференция «Практики развития: теоретические и технологические решения и вопросы в цифровую эпоху», г. Красноярск, 25 – 27 апреля 2019 г.

VIII Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития», г. Красноярск, КГПУ им. В. П. Астафьева, 26 – 28 ноября 2019 г.

XII Всероссийская научно-методическая конференция «Современная дидактика и качество образования», г. Красноярск, 30–31 января 2020 г.

Декадник науки Института психолого-педагогического образования памяти М.Н. Высоцкой в составе Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука XXI века», г. Красноярск, КГПУ им. В.П. Астафьева, май 2020 г. (дистанционное участие).

Международная конференция по систематическим инновациям (ICSI-2020), Тайвань, г. Синчжу, Университет Синьхуа, 23 – 24 октября 2020 г. (дистанционное участие).

Конференция с международным участием «Психолого-педагогические чтения памяти Л.В. Яблоковой «Современное психолого-педагогическое образование», г. Красноярск, КГПУ им. В.П. Астафьева, 29 – 30 октября 2020 г. (дистанционное участие).

Международная конференция «Устойчивое развитие. Мировые вызовы», г. Санкт-Петербург, СПбПУ им. Петра Великого, 3 июня 2021 г. (дистанционное участие).

Международный форум «Биотехнологии: наука, образование, индустрия», г. Барнаул, 23-26 сентября 2021 г. (дистанционное участие).

VII Всероссийская конференции по экологическому образованию «Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать», г. Москва, 27-29 октября 2021 г. (дистанционное участие).

IX Всероссийская научно-практическая конференция «Социализация личности в условиях образовательного процесса», г. Лесосибирск Красноярского края, ЛПИ – филиал СФУ, 26-27 ноября 2021 г. (дистанционное участие).

XIII Международная научно-практическая конференция «Инновации в образовательном пространстве: опыт, проблемы, перспективы», г. Лесосибирск Красноярского края, ЛПИ – филиал СФУ, 14–15 апреля 2022 г. (дистанционное участие).

Конференции «30-летие Программы ЮНЕСКО «УНИТВИН: вклад в развитие образования, науки и культуры»», г. Санкт-Петербург, СПбПУ им. Петра Великого, 17 июня 2022 г. (дистанционное участие).

Международная научно-практическая конференция «Трансформация образовательного пространства для устойчивого будущего», посвящённая 30-летию Университета управления «ТИСБИ» и 30-летию программы кафедр ЮНЕСКО/УНИТВИН. г. Казань, 29 сентября – 1 октября 2022 г. (заочное участие).

Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы», г. Красноярск, 14 – 25 ноября 2022 г.

По теме выпускной квалификационной работы имеется 6 опубликованных статей:

1. Ecological engineering of the sixth innovation wave in system of continuous training and Municipal Facilities Development / A. A. Lepeshev, V. V. Kuimov, O. V. Sidorkina, A. V. Kozlov, T. V. Pogrebnaya // MATEC Web of Conferences (SCOPUS) 170 (2018).

2. Естественнонаучные предметы в новой политехнической школе / О.В. Сидоркина, Т.В. Погребная, А.В. Козлов // Инновации в естественнонаучном образовании: X Всероссийская (с международным участием) научно-методическая конференция. Красноярск, 23 октября 2018 г. / Ответственный редактор И.Б. Чмиль. – Красноярск : КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2018, С. 257 – 265.

3. Новая политехническая школа: ТРИЗ-педагогика индустрии 4.0 / А.А. Лепешев, В.В. Куимов, Д.А. Толстой, А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // ТРИЗ нужна России: проблемы технического творчества. Сборник статей. Выпуск 2.– Чебоксары: ОО ТРИЗ-Чебоксары-Казань-Нижний Новгород, 2018, С. 308 – 322.

4. Владимирова О.Н., Погребная Т.В. Управление интеллектуальной собственностью в общеобразовательной организации // The Newman in Foreign Policy. 2019. № 51 (95). С. 30-33.

5. «Университет 4.0» для ракетно-космической отрасли: метаспециальность «Инноватор» / А.А. Лепешев, В.А. Курешов, А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Решетнёвские чтения. Материалы XXIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика М.Ф. Решетнёва (11-15 ноября 2019 г., г. Красноярск). В 2-х частях. / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова; Сибирский Государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева – Красноярск. – 2019. Ч. 2. С. 688–690 — URL: <https://disk.sibsau.ru/index.php/s/L9sHGIDFLhGZbCx>.

6. Formation of Project Environmental Thinking in the Training of Engineers /A A Lepeshev, Y Y Loginov, V V Kuimov, D A Tolstoy, A V Kozlov, T V Pogrebnaya, O V Sidorkina // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (SCOPUS), 822 (2020).

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТРИЗ-ПЕДАГОГИКИ КАК РЕСУРСА РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

## 1.1. Сущность и образовательный ресурс ТРИЗ-педагогике

Научно-техническое творчество обучающихся ранее рассматривалось, как выполняющее в первую очередь учебную задачу – подготовку к «взрослой» инженерной деятельности. Создаваемые в отдельных случаях реальные, тем более инновационные, решения и проекты особо поощрялись, но не считались обязательными. Такие реальные решения и проекты создавались, как правило, без применения какой-либо методологии (традиционным путём проб и ошибок), так же, как и во «взрослой» инженерной деятельности. Они являлись результатом таланта, «озарения» отдельных обучающихся.

Ускоряющееся технологическое развитие общества требует создания в единицу времени всё большего количества не только реальных, а инновационных решений совершенствования техники и технологий (а также и решений в нетехнических областях: медицине, экономике, социальной сфере и др.). Поэтому ведущие мировые инновационные корпорации в последние десятилетия всё шире применяют для этого когнитивные методологии. Если в прошлые десятилетия применялись дивергентные методологии, т. е. «отходящие» от стереотипов мышления («мозговой штурм», морфоанализ, синектика и др.), то в последние годы быстрое распространение получает конвергентная, т. е. «сходящаяся» к правильным решениям теория решения изобретательских задач, ТРИЗ (Theory of Inventive Problems Solving, TRIZ) [1, 45].

ТРИЗ создана российским учёным Генрихом Сауловичем Альтшуллером (1926 – 1998 гг.) и продолжает развиваться его учениками и последователями во всем мире. К настоящему времени ТРИЗ с серьёзным



успехом прошла международную апробацию, как «импортозамещающая» (существенно превосходящая зарубежные «мозговой штурм», «шесть шляп мышления», метод фокальных объектов, морфологический анализ, синектику и др.) технология решения проблем и генерации инновационных идей. ТРИЗ применяется для создания инноваций во все возрастающем количестве транснациональных корпораций, в числе которых Boeing, Kodak, Procter&Gamble, LG, Western Digital, Motorola, Siemens, Sanyo и многие другие фирмы. На сайте корпорации Intel, где действует подразделение Intel TRIZ Chapter, утверждается, что ТРИЗ экономит им миллионы долларов. Аналогичное подразделение с аналогичными экономическими показателями существует в корпорации Samsung [50].

У традиционных «фабрик мысли», таких, как «RAND Corporation», «The Richard Florida Creativity Group», «The Adam Smith Institute» и т.п., решающих проблемные задачи устаревшим методом Delphi с привлечением большого количества высокооплачиваемых экспертов, появляется всё больше конкурентов, решающих задачи аналогичной сложности гораздо меньшим количеством специалистов благодаря применению ТРИЗ («Oxford Creativity», «Gen 3 Partners», «Ideation International Inc», «Inventioneering Company», «Systematic Inventive Thinking Center» и др.). Вслед за распространенными компьютерными программами классов CAE, CAD, CAM и др. пришли программы нового класса CAI (Computer Aided Invention – компьютерная поддержка изобретательства), например, «Innovation Workbench», «Invention Machine Goldfire», «InnoKraft» и др. Характерен особый интерес к ТРИЗ в «Силиконовых долинах». Кроме Silicon Valley в Калифорнии, США, конференции по ТРИЗ, собирающие ведущих мировых специалистов (многие из которых – русскоговорящие), регулярно проводятся в «Силиконовой долине» Тайваня – Синьчжу, в «Силиконовой долине» Индии – Бангалоре, и др.

ТРИЗ эффективна потому, что в отличие от предшествующих методов, стимулирующих в основном дивергентное (т. е. «отходящее» от стереотипов

в произвольном направлении) мышление, дополняет его конвергентным (т. е. «сходящимся» к инновационному решению проблемной задачи) мышлением. Методы конвергентного мышления в ТРИЗ (законы, принципы, приёмы, стандарты, алгоритм) по существу являются развёрнутыми законами философского учения о развитии – диалектики. ТРИЗ, прежде всего, устанавливает эквивалентность решения проблемной задачи, изобретения качественному скачку в развитии какой-либо антропогенной (в том числе технической) системы. (Например, изобретение автомобиля развило систему «транспорт», изобретение радио – системы «связь» и «средства массовой информации», и т. п.). Основываясь на диалектическом положении о том, что качественные скачки происходят путём преодоления (разрешения) противоречий, ТРИЗ включает эффективные методы формулирования и преодоления противоречий. Не случайно появление второго названия ТРИЗ – «прикладная диалектика». Опубликовано понимание прикладной диалектики, как ТРИЗ, расширенной на неантропогенные, т.е. природные живые и неживые, а также на социальные системы, так как исследования ряда специалистов по ТРИЗ показывают общность закономерностей преодоления противоречий в развитии антропогенных и неантропогенных систем.

ТРИЗ – это, по существу, «технология создания технологий» (т. е., технология мышления, позволяющая эффективно создавать технологии производства). Применение ТРИЗ – это качественный скачок в самом процессе технологического развития. Занятие какой-либо страной лидирующих позиций в мировом технологическом развитии становится невозможным без применения ТРИЗ-методологии.

Таким образом, систематическое обучение ТРИЗ становится важнейшим средством повышения эффективности формирования инженеров будущего, а технологическое лидерство может быть обеспечено наиболее эффективным обучением этой науке.

Именно тот факт, что Россия является родиной ТРИЗ, даёт существенные потенциальные конкурентные преимущества в решении задачи технологического лидерства.

Соответственно спросу на инженеров, владеющих ТРИЗ, эта методология все шире преподаётся в ведущих мировых университетах: Массачусетском технологическом институте, Стэнфордском университете, Оксфордском, Тель-Авивском, Сеульском университетах, в Национальном университете Синьхуа, Тайвань (где находится центр Society of Systematic Innovation – Общества систематических инноваций), в Мельбурнском королевском технологическом институте и во многих других университетах различных стран. В России наиболее систематически ТРИЗ преподаётся в Московском университете науки и технологии МИСИС. В ряде других университетов ТРИЗ преподаётся на отдельных направлениях и специальностях не всегда, как отдельная дисциплина, но также и в виде разделов других дисциплин.

Со времени создания ТРИЗ и начала первых курсов для инженеров по ТРИЗ, приводящихся автором ТРИЗ Г.С. Альтшуллером, отдельные инженеры, прошедшие обучение по ТРИЗ, стали приходить в школы и учреждения дополнительного образования и проводить занятия по ТРИЗ с обучающимися. В результате обучающиеся стали создавать проекты, занимающие первые и призовые места на муниципальных и региональных научных конференциях и выставках школьников, в отдельных случаях – на Всесоюзных конференциях и выставках. Таким образом, была на практике подтверждена возможность обучения ТРИЗ в школьном возрасте, в процессе научно-технического творчества в дополнительном образовании. Дело в том, что всякое изобретение, всякая инновационная идея касается структурного совершенствования какой-либо технической (или вообще антропогенной) системы. Глубокие инженерные знания нужны для оптимизации (например, компьютерной) системы с новой структурой. Обучающийся в школе, создавший инновационное решение, может после окончания школы

поступить в вуз на соответствующую специальность, учась на которой, продолжить разработку (расчёты) и внедрение своей идеи.

Фактически названные первые опыты преподавания ТРИЗ и организации проектной деятельности обучающихся на основе ТРИЗ явилось началом формирования ТРИЗ-педагогике, как дидактической системы обучения ТРИЗ.

В настоящее время научно-техническое творчество обучающихся занимает всё более важное место в образовании. При участии Агентства стратегических инициатив и ряда корпораций создаются Центры молодёжного инновационного творчества (ЦМИТ), Фаблаб-ангары, Детские технопарки «Кванториумы», «Точки роста», проводятся проектные смены в Федеральных и региональных детских центрах. Конференция «Юные техники и изобретатели» ежегодно проводится в Государственной Думе Российской Федерации. Агентство стратегических инициатив осуществляет инициативу «Кадровое обеспечение экономики», в составе которой действует программа «Молодые профессионалы» (World Skills). Проводятся дистанционные конкурсы проектов учащихся, в числе которых один из наиболее известных – «ШУСТРИК» («Школьник, Умеющий СТРОить Инновационные Конструкции»), проводимый Ассоциацией инновационных регионов России (АИРР).

В связи с тем что ТРИЗ направлена именно на создание новых проектных и научных результатов, проекты и научные работы обучающихся, выполненные на её основе, продолжают и всё чаще побеждают и занимают призовые места на муниципальных, региональных и Всероссийских молодёжных научных инновационных форумах.

В прошлом хорошо известной инновацией в научно-техническом творчестве обучающихся было создание в 60-е гг. широкой системы школьных олимпиад, поддерживаемой ведущими университетами. Особенно это движение развернулось в Сибири на базе Новосибирского научного центра (Академгородок), где олимпиады совмещались с молодёжными

интенсивными школами по математике, физике, химии и др. С участниками этих олимпиад и интенсивных школ проводили занятия ведущие учёные страны. Таким образом государство решало актуальнейшую в то время задачу серьёзного увеличения своего научного потенциала. Эта инновация носила главным образом организационный характер. Её традиции продолжают жить до настоящего времени, распространились во многие регионы страны в форме молодёжных интенсивных школ научного профиля, Фестивалей «Наука 0+» и др., организуемых ведущими вузами для будущих абитуриентов.

Ускорение процессов научно-технического, экономического, социального развития требует новых инноваций в научно-техническом творчестве обучающихся, касающихся не только и не столько организации, сколько новой высокоэффективной методологии научно-технического творчества. ТРИЗ-педагогика может стать и уже фактически становится основой такой методологии.

## **1.2. Базовые методы и технологии ТРИЗ-педагогики**

До перестройки и экономических реформ (80-е – 90-е гг. XX века) ТРИЗ начинала все более широко признаваться и применяться в бывшем СССР. Этому особенно способствовала разработка компьютерной программы «Изобретающая машина» – родоначальницы современных зарубежных программ класса CAI (Computer Aided Invention – Компьютерная поддержка изобретательства), которые ряд исследователей относят к системам искусственного интеллекта. Существенное снижение спроса на научные разработки, в том числе и на новое средство их выполнения – «Изобретающую машину», на ТРИЗ и на инженерию вообще – привело к тому, что многие специалисты по ТРИЗ из России и ближнего зарубежья эмигрировали либо, сохраняя прежнее гражданство, выехали на работу за рубеж (наибольшей частью в США и Израиль, а отдельные специалисты – и

в ряд других европейских и азиатских стран). Их выезд стимулировал распространение ТРИЗ по всему миру. Однако везде, где эти специалисты (а затем и их местные ученики) стали преподавать ТРИЗ, выявилась одинаковая проблема – нехватки учебных часов в образовательных организациях. Для качественного изучения ТРИЗ и её инженерных аспектов необходимо минимум 200 – 300 учебных часов, которые крайне сложно найти в и так перегруженных учебных планах.

Решение этой проблемы было найдено теми специалистами из России и постсоветского пространства, которые не эмигрировали, а стали расширять ТРИЗ на новые сферы применения в своих странах. В число этих сфер: менеджмент, реклама, искусство, и др., вошло образование. Была разработана дидактическая система ТРИЗ-педагогика. Она стала технологией интегрированного изучения ТРИЗ совместно с другими предметами (в вузах – дисциплинами) и интеграции ТРИЗ с научно-техническим творчеством обучающихся. В отличие от интегрированного изучения других предметов (например, физики вместе с математикой), интеграция с ТРИЗ не увеличивает количество часов, требующихся для изучения предметов, так как ТРИЗ «встраивается» в них, заменяя обычные логические взаимосвязи понятий диалектико-логическими. В научно-техническом творчестве и проектной деятельности ТРИЗ изучается непосредственно в ходе создания проектов. В том числе, ТРИЗ переводит создание индивидуальных проектов в старших классах на уровень научно-технического творчества.

Первым методом ТРИЗ-педагогика стал метод творческих задач [7-11]. Метод создан в середине 80-х гг. XX века А.А. Гинном и его коллегами. Он состоит в замене типовых задач творческими, требующими для решения одновременного применения знаний предметов (дисциплин) и ТРИЗ. Творческие задачи могут быть и по тем предметам, по которым нет типовых задач. Творческие задачи относятся к открытым задачам, т. е. задачам, имеющим множество возможных решений. Как минимум, одно из таких решений должно быть уже известным из практики. Однако существует

вероятность создания обучаемыми новых, ранее не известных, решений. Таким образом, метод творческих задач может стимулировать обучающихся к научно-техническому творчеству: не только учебному, но и реальному.

Пример – творческая задача по применения в технике биологического эффекта [18]:

Известно, что термиты выедают древесину различных конструкций в таких местах, что конструкция не рушится. Следовательно, у них есть рецепторы, которые позволяют определить, где есть напряжения в конструкции и где те части, которые можно выедасть. Для чего можно использовать этот эффект?

Ответ: Термитов можно использовать для облегчения конструкций мостов, зданий и др..

Эту задачу можно обратить, т. е., например, поставить перед обучающимися вопрос: «Как облегчить строительную конструкцию, не делая сложных расчётов?». Ответом будет: «Сделать уменьшенную копию сооружения из древесины и поместить на неё термитов».

Этот ответ можно найти, применяя следующие ТРИЗовские методы [1]:

- Принцип копирования: «Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощённые и дешёвые копии»;

- Использование вещественно-полевых ресурсов (в данном случае – древесина и термиты), согласно шагу 2.3 алгоритма решения изобретательских задач АРИЗ-85В. Вещественно-полевые ресурсы – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи.

- Использование биологического эффекта: свойств термитов.

Таким образом, ТРИЗ-педагогика применима при изучении не только инженерно-технических, но и естественнонаучных дисциплин и предметов..

Однако тогда ТРИЗ-педагогика могла применяться массово не на всех этапах учебного процесса, а только на этапе решения задач. В научно-

техническом творчестве, со времени первых кружков ТРИЗ, о которых говорилось выше, один руководитель, как правило, поочерёдно занимается с авторами различных проектов (индивидуальная работа). Современные требования начальной подготовки будущих специалистов, обладающих креативностью и системным мышлением, обуславливают необходимость опережающего роста количества обучающихся ТРИЗ по сравнению с ростом количества педагогов, изучивших ТРИЗ (самостоятельно или на курсах повышения квалификации).

Таким образом, необходимо создать метод повышения массовости изучения ТРИЗ без увеличения количества педагогов, знающих ТРИЗ.

Метод изобретения знаний (в публикациях на английском языке назван «Knowledge Invention Method») [49] разработан на кафедре ЮНЕСКО Сибирского федерального университета для распространения ТРИЗ-педагогике на этап учебного процесса по изучению нового материала. Метод представляет собой следующий шаг вслед за обучением в процессе переоткрытия знаний. Если переоткрытие знаний не имеет определённого алгоритма и поэтому существенно зависит от индивидуальности педагога, то «переизобретение» знаний проводится по алгоритмам ТРИЗ.

Согласно диалектике, продолжением которой является ТРИЗ, все системы в окружающем мире развиваются (хотя скорость развития может быть разной). Развитие идёт путём накопления и преодоления противоречий, в результате чего возникают качественные скачки, т. е. существенные изменения структуры системы, или появление новой системы, выполняющей ту же функцию, что и система-предшественница. Преодоление противоречий происходит по законам прикладной диалектики, обобщающим принципы, приёмы, стандарты ТРИЗ на системы любого вида: антропогенные, неантропогенные, социальные. В развитии антропогенных систем противоречия преодолеваются людьми, создающими эти системы: сознательно, используя принципы, приёмы, стандарты ТРИЗ, либо случайно



применившими какой-либо принцип, приём, стандарт, даже не задумываясь об этом.

В соответствии с методом изобретения знаний, обучающиеся «переизобретают» различные системы, изучаемые по различным предметам и дисциплинам, как результат преодоления противоречий в системах – их предшественницах.

Схема метода изобретения знаний приведена в приложении А.

Метод инновационных проектов (в публикациях на английском языке назван «Innovative Projects Method») [49] разработан для увеличения массовости научно-технического творчества обучающихся на уровне создания инновационных решений методами ТРИЗ. Метод последовательно создавался в нулевые годы XXI века с участием автора настоящей диссертации в процессе проведения молодёжных интенсивных школ в Красноярском крае, во Всероссийских детских центрах «Орлёнок» и «Океан» и др.

Этот метод предназначен для применения:

- 1) в проектной деятельности обучающихся;
- 2) в дополнительном образовании и научно-техническом творчестве, как в стационарных студиях, так и на интенсивных школах.

Один педагог, владеющий ТРИЗ, работающий этим методом, может одновременно руководить созданием обучающимися от 5 до 10 инновационных проектов (на интенсивных школах – «погружениях» возможно и больше).

1. Педагог ставит вопросы согласно ТРИЗ.
2. Ответы на вопросы обучающиеся получают у учёных (приезжающих на интенсивные школы, посещающих занятия в течение учебного года), из литературы, в интернете. Благодаря широкому развитию интернета, метод становится возможным применять в довузовских образовательных организациях удалённых и периферийных территорий. Схема метода приведена в приложении Б.

Типовой перечень вопросов, задаваемых педагогом, знающим ТРИЗ:

1. Какую систему учащийся желает усовершенствовать?
2. Какая главная полезная функция (ГПФ) этой системы?
3. Какие дополнительные полезные функции (ДПФ) этой системы?
4. Какие вредные функции (ВФ) этой системы?
5. Какие со-системы этой системы?
6. Какие не-системы этой системы?
7. Какие антисистемы этой системы?
8. Какие надсистемы этой системы?
9. Какие подсистемы этой системы?
10. Какая в этой системе основная проблема, снижающая эффективность выполнения ГПФ и (или) увеличивающая ВФ?
11. Какой идеальный конечный результат (ИКР) или идеальная система (ИС) при решении названной основной проблемы?
12. Какое административное противоречие (АП) содержится в этой проблеме («нужно решить проблему, но не знаем, как это сделать»)?
13. Какое техническое противоречие (ТП) содержится в этой проблеме («с улучшением одной характеристики системы неизбежно ухудшается другая»)?
14. Какое физическое противоречие (ФП) содержится в этой проблеме («система или её элемент должны соответствовать двум противоположным требованиям»)?
15. Какова «оперативная зона конфликта» (т.е. подсистема, нуждающаяся в совершенствовании или изменении)?
16. По каким законам развития систем (ЗРС) можно преодолеть названные противоречия?
17. По каким принципам преодоления ТП можно преодолеть названное техническое противоречия?
18. По каким приёмам преодоления ФП можно преодолеть названное физическое противоречия?

19. По каким стандартам ТРИЗ можно преодолеть названные противоречия?

20. С помощью каких физических, химических, биологических, психологических или других эффектов можно преодолеть названные противоречия?

21. Какова структура новой системы, в которой преодолены названные противоречия?

22. Как выполняются в новой системе законы существования систем (ЗСС)?

В зависимости от конкретной проблемы отдельные вопросы можно не ставить. Например, если проблема решена с помощью принципов преодоления ТП, то можно не ставить вопросы с 16 по 18. Если же оказывается сложным решить проблему с помощью отдельных законов, принципов, приёмов, стандартов, то необходимы дополнительные вопросы в соответствии с шагами Алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) [1].

Метод инновационных проектов позволяет вынести в систему довузовской подготовки из высшего образования первый этап «Conceive» («Задумать») всё шире внедряемой международной инициативы CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, «Задумать – Спроектировать – Внедрять – Управлять») [2, 3], которой также предусматривается не только создание инновационных решений, но и реализация разработок в изделиях.

## **ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ ПРАКТИК ПРИМЕНЕНИЯ ИДЕЙ ТРИЗ-ПЕДАГОГИКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1. Анализ организации научно-технического творчества обучающихся в России**

В общем образовании научно-техническому творчеству обучающихся в России уделяется серьёзное внимание с конца XIX в. [19]. В 1918 г. началось юннатское движение – была создана Станция любителей природы, с 1920 г. она получила название «Биостанция юных натуралистов им. К.А. Тимирязева». С 1928 г. начинается издание журнала «Юный натуралист». С 1923 г. в стране начал развиваться детский авиамоделизм, в 1924 г. в Москве прошли первые соревнования авиамodelистов – школьников. В 1926 г. в Москве открылась первая Детская техническая станция – ДТС. С 1959 г. развивается ракетный моделизм. Во второй половине XX века стал быстро развиваться судомоделизм.

Существует ряд молодёжных программ, развивающих научно-техническое творчество обучающихся, например, Всероссийский фестиваль «Наука 0+», «Шаг в будущее» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Вклад в будущее (Благотворительный фонд Сбербанка), «Лифт в будущее» (АФК «Система»), Всероссийские научные конференции для детей и молодёжи Национальной системы «Интеграция», «Проектория», Молодежный научно-образовательный проект «Малая космическая одиссея», реализуемый в Красноярске под названием «Планета X», и др.

Смены по тематике научно технического творчества обучающихся регулярно проводятся в Образовательном центре «Сириус» Фонда «Талант и успех», во Всероссийских детских центрах «Артек», «Орлёнок», «Океан». Во Всероссийском детском центре «Смена» постоянно действуют сквозные

образовательные модули: «Мобильная робототехника», «Прототипирование», «Инженерия космических систем» и др.

В настоящее время ТРИЗ в названных мероприятиях и программах применяется только в единичных случаях, при наличии в составе лекторов, преподавателей или консультантов специалистов, знающих ТРИЗ.

Инновацией в научно-техническом творчестве школьной молодёжи стало формирование Кружкового движения Национальной технологической инициативы (НТИ) [19].

В настоящее время руководителями и методологами «Кружкового движения» НТИ, созданы рекомендации по формированию и работе научно-технологических кружков, в которые могут и активно приглашаются к участию школьники, студенты, а также взрослые специалисты. В кружках НТИ должно осуществляться научно-техническое творчество на инновационном уровне, на уровне создания и реализации прорывных инновационных решений («практики будущего»), В отличие от традиционной, типовой формы научно-технического творчества обучающихся («практики настоящего»), когда «педагог, не занимающийся ничем другим, кроме преподавания алгебры или ведения кружка, год за годом даёт своим ученикам одни и те же (пусть и с некоторыми вариациями) задания, постепенно уходя все дальше от момента изобретения нового, поиска новых решений и выхода на новые уровни технического творчества», в кружках НТИ должен формироваться новый тип мышления: проектное мышление и применяться проектный подход. В проектном подходе обучающийся «оказывается поставлен в ситуацию, когда готовых ответов на задачу нет, ему необходимо самостоятельно проанализировать ситуацию, выявить проблему и предложить её решение». Должно формироваться умение «продвигать свои идеи, чтобы они меняли окружающую реальность, не оставаясь публикациями на бумаге или в интернете, поскольку именно запуск проекта (продукта) в реальный мир может подтвердить новизну и осмысленность изобретения».

Согласно [19], в полный состав кружка рекомендуется включить пять позиций:

- 1) Носитель практики будущего;
- 2) Транслятор;
- 3) Держатель образовательной площадки,
- 4) Стейкхолдер;
- 5) Агент развития.

Критически необходимым участником кружка назван наставник.

Под практикой будущего понимается «объединение ведущих носителей прорывных технологий со школьниками или студентами для замысливания и воплощения в реальности нового уклада жизни людей, основанного на прорывных технологических решениях».

Носителем практики будущего назван человек, занимающийся собственной практикой будущего и имеющий программу развития на ближайшие 10–15 лет, обладающий потенциалом включать в свою практику будущего молодых людей. Отмечено, что носители практик будущего могут быть как непосредственными носителями содержания (новой технологии или знания), так и носителями новых социальных форматов, которыми могут быть практики мышления.

Наставником назван человек, который «удерживает гуманитарно-ценностную миссию своего кружка и может проблематизировать практику будущего». Это – человек, постоянно взаимодействующий с участниками кружка, тогда как у носителя практики будущего на это бывает гораздо меньше времени. Наставник «должен удерживать две позиции: одновременно: помочь участникам достигнуть продуктового результата (позиция куратора) и обеспечить их развитие (позиция тьютора)».

Держателем площадки в [19] названа «позиция, которая обеспечивает пространство и возможность регулярной работы кружка. Примерами таких площадок являются центры молодежного инновационного творчества (ЦМИТ) и фаблабы, специальные площадки в вузах, образовательные

центры, дворцы пионеров, подростково-молодежные клубы, школы и другие организации, на базе которых может происходить образовательная, творческая, инновационная активность».

Стейкхолдером названо «предприятие, частная компания или предприниматель, образовательное учреждение, регион или государство в целом, некоммерческая организация или любой другой носитель целей и ресурсов».

Агент развития – «это функция, которую берет на себя тот из участников схемы, который больше всех заинтересован в появлении кружка и его работе. Это своеобразный архитектор, социальный предприниматель, связывающий всех участников в единую сеть и за счет понимания интересов и потребностей всех участников делающий так, чтобы схема работала».

Позиции «держатель», «стейкхолдер» и «агент развития» являются чисто организационными и оказывают лишь мотивирующее воздействие на развитие научно-технического творчества обучающихся. Позиция «наставник» оказывает мотивирующее и организующее воздействие, хотя в [2] указывается, что наставник может быть и носителем практики будущего. Таким образом, критическое значение для совершенствования научно-технической деятельности обучающихся в кружках НТИ имеет позиция «носитель практики будущего».

В [19] приводятся отдельные конкретные примеры практик будущего. Однако носители всех этих практик являются непосредственными носителями содержания (новой технологии или знания), но не носителями практики мышления. Указывается, что «Важной характеристикой носителя практик будущего является способность сформулировать проблему и предложить собственный способ её разрешения». Т. е. по существу требуется, чтобы лучшие носители практик будущего были, прежде всего, носителями практик мышления, а также носителями содержания, созданного ими с помощью этих практик мышления. Не приведено примеров эффективных практик мышления, не объясняется, каким образом

формировались конкретные практики будущего (сначала теоретически) их первыми носителями (создателями, изобретателями) и как гарантированно формировать новых создателей практик будущего (изобретателей). Хотя современное технологическое развитие требует создания всё большего количества конкретных практик будущего в единицу времени. Делаются ссылки на метод организации проектной деятельности учащихся, построенный на разработках Московского методологического кружка (Г.П. Щедровицкий, Н.Г. Алексеев, О.И. Генисаретский и другие), на методологическую школу организации коллективной мыследеятельности, теории развивающего обучения (В.В. Давыдов, Д.Б. Эльконин), на психолого-педагогическую школу, созданную научным коллективом под руководством Ю.В. Громыко. Однако методы, созданные названными научными школами, являются главным образом психологическими и поэтому дивергентными, т.е. «отходящими» от стереотипных решений, но не «приходящими» гарантированно к инновационным решениям. Для стабильного создания инновационных решений, конкретных «практик будущего», необходимо сочетание дивергентного и конвергентного («приходящего» к инновационным решениям) мышления.

Таким образом, для стабильного формирования носителей конкретных практик будущего необходимы носители «надсистемной» практики («метапрактики») будущего: практики эффективного инновационного (изобретательского) мышления, сочетающего дивергентную и конвергентную составляющие. В составе кружка функции носителя практик мышления и конкретных практик могут выполняться одним человеком или разными людьми, в том числе и молодёжью, под руководством носителя практики мышления. При этом наставник также может быть носителем метапрактики будущего: практики мышления, а носители конкретных практик будущего будут формироваться непосредственно в ходе работы кружка, в том числе из состава обучающихся. Именно при этом может быть реализовано представление авторов [19]: «Практика должна разрабатываться



и апробироваться с участием молодых людей (школьников, студентов и т. д.) – тех, кто в будущем станет её реализовывать».

Такая метапрактика будущего: практика мышления, сочетающая дивергентную и конвергентную составляющие: теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), была создана в бывшем СССР Г.С. Альтшуллером [1, 45]. ТРИЗ критически необходима для выполнения поставленной в [17] задачи обеспечения темпов экономического роста выше мировых.

В «Дорожной карте» Кружкового движения предусмотрено к IV кварталу 2017 г.: «... разработана методология на базе лучших отечественных и международных технологий работы наставника (ТРИЗ, ШГК-методология, рэпид-форсайт, STEM-игротехника, дизайн-мышление и др.)». Первой в этом перечне указана ТРИЗ.

Тем не менее, в [19] на ТРИЗ сделана единственная ссылка: «При всей отлаженной в СССР системе инженерного образования, способам превращать новые технологии в новые востребованные продукты специально никто не учил, тем более на школьном уровне, и это несмотря на то, что была создана и преподавалась Теория решения изобретательских задач. После распада системы КБ и их связи с заводами в 1990-е годы эта цепочка окончательно развалилась». Есть ссылки только на STEM, однако STEM-игры содержат лишь психологические стимулы усиления дивергентного мышления.

Таким образом, требуются разработки по методологии применения ТРИЗ в Кружковом движении. В качестве такой методологии может быть использован вышеописанный метод инновационных проектов.

В этом случае могут быть достигнуты следующие результаты совершенствования научно-технического творчества в кружках:

Из увеличивающегося множества кружков, действующих в значительной степени независимо друг от друга, станет формироваться сеть. Основой этой сети станут кружки, в которых реализуется метапрактика

будущего: практика мышления, сочетающая дивергентное и конвергентное мышление на основе ТРИЗ. Сравнивая действующие модели кружков [2]: просветительский кружок, учебный кружок, кружок профессиональной пробы, кружок технологических энтузиастов, можно сделать вывод, что это будет новая (что приветствуется Кружковым движением) модель кружка, которую можно назвать, например «Кружок – фабрика мысли». Это будет соответствовать наметившемуся в мире процессу формирования небольших инновационных фирм в разных странах, каждая из которых эффективно решает проблемные задачи из различных отраслей значительно меньшим количеством специалистов, чем традиционные «фабрики мысли», такие, как RAND Corporation, The Adam Smith Institute и др., использующие метод Delphi. В таких фирмах («The Invention Machine Corporation», «Gen 3 Partners» и др.) работают специалисты по ТРИЗ (как выехавшие за рубеж из России и государств постсоветского пространства, так и прошедшие у них подготовку местные). Эти специалисты обладают ещё официально не зафиксированной, но фактически сложившейся метаспециальностью «инноватор» [20, 21], которая будет формироваться у занимающихся в кружках – «фабриках мысли».

Такие кружки будут создавать на основе ТРИЗ инновационные решения по методу инновационных проектов и передавать решения для реализации в кружки технологических энтузиастов (технологические кружки). В силу инновационности реализуемых решений технологическим кружкам будет необходимо работать с держателями нескольких площадок.

В соответствии с вышесказанным, при непосредственном участии автора диссертации, существующий при кафедре ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» Сибирского федерального университета коллектив творческих педагогов, вместе со сменным составом участников – обучающихся в общеобразовательных школах, занимающихся в порядке профориентации методом инновационных проектов, в 2021г. был оформлен,

как «Кружок мышления» Национальной технологической инициативы (НТИ) и стал призёром Всероссийского конкурса кружков.

Первые интенсивные школы проектного характера на основе ТРИЗ для обучающихся, в порядке эксперимента, проводились одним из первых учеников Г.С. Альтшуллера С.С. Литвиным и его коллегами в 80-е гг. XX в. в Молдавии (ныне Республика Молдова) в детских лагерях под Кишинёвом. Об этих школах в 1988 г. была издана книга «Месяц под звёздами фантазии». В связи с экономическими условиями, вызванными реформами 90-х гг., эти школы перестали проводиться.

Интенсивные школы названного профиля были возрождены с 1992 г. Красноярским государственным техническим университетом – КГТУ, вошедшим с 2006 г. в состав Сибирского федерального университета – СФУ., под названием «Политехнические школы». Ежегодно до 2007 г. проводились зимние (во время студенческих каникул, в помещениях КГТУ) и летние (1999 – 2003 г., в детских лагерях отдыха под Красноярском) интенсивные школы, на которых участниками создавались проекты различных технических устройств и систем, социальные проекты, новые приёмы журналистики и др. Такие школы заканчивались итоговыми конференциями, на которых конкурсный зачёт шел по критериям степени инновационности, в соответствии с 5-уровневой шкалой, применяющейся в ТРИЗ. Лучшие проекты неоднократно представлялись и занимали первые и призовые места на Всероссийских конференциях «Шаг в будущее», организуемых МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУ им. М.В. Ломоносова и другими ведущими университетами. В 2007 г. делегация Красноярского края, направленная уже от СФУ, на Всероссийской конференции «Шаг в будущее» заняла первое место в конкурсе делегаций и завоевала Большой научный кубок России.

Педагоги, руководившие проектами учащихся на этих школах, от имени координационного центра Российской программы «Шаг в будущее» по Красноярскому краю, действовавшего на базе КГТУ, неоднократно выезжали во главе делегаций Красноярского края на проектные смены во

Всероссийские детские центры «Орлёнок» и «Океан», где проводили проектные студии по модели названных интенсивных школ. В 2006 г. в Издательстве КГТУ была издана книга «Молодёжные интенсивные школы инновационной эпохи», в составе авторов которых – руководители ВДЦ «Орлёнок» и педагоги КГТУ.

На интенсивных школах одновременно реализовывались четыре программы:

оздоровительная (обычно в летнее время, в загородных лагерях);

культурная;

воспитательная;

научно-образовательно-творческая.

Оздоровительная программа осуществляется главным образом во второй половине дня, а также в выходные дни, и состоит в проведении спортивных тренировок и соревнований, краткосрочных туристических походов и др., конкретное содержание которых определяется интересами участников и условиями лагеря отдыха. В то же время, в интенсивных школах на основе ТРИЗ присутствует еще один важный оздоровительный компонент, состоящий в существенном положительном влиянии на здоровье творческого процесса, успешность которого обеспечивается применяемыми ТРИЗ-технологиями творчества.

Культурная программа осуществляется главным образом в вечернее время (после ужина) и состоит в творческих конкурсах, дискотеках и т. п. При ее подготовке и проведении используются те же ТРИЗовские методы творчества, которые изучаются и применяются в научно-образовательно-творческой программе. Этим достигается повышение творческого уровня участников и одновременно углубляется их понимание универсальности изучаемых методов творчества. Например, предметом творческого конкурса может быть: необычный костюм; необычный сценарий дискотеки; предложения по необычному оформлению лагеря, в котором живут участники, и т. п. Бывает, что у некоторых участников новые идеи,

созданные первоначально в культурной программе, становятся предметом инновационных проектов.

Для воспитательной программы специальное время отводить не обязательно, так как воспитательный процесс осуществляется в течение всего времени проведения интенсивной школы, одновременно с другими программами. Наиболее эффективным воспитательным фактором являются занятия творчеством, формирующие положительную направленность личности, мотивирующие на созидательную деятельность.

Научно-образовательно-творческая программа – основное место применения метода инновационных проектов.

Программа осуществляется главным образом в первой половине дня, когда проводятся лекции и групповые практические занятия, и частично – во второй половине дня, когда участники поочередно, по графику, консультируются у ученых, специалистов и студентов базовых вузов индивидуально и малыми группами. При этом ученые и специалисты заняты, как правило, всю вторую половину дня, а учащиеся – в среднем по 30 мин., а остальное время частично используют на самостоятельную работу, информационный поиск в Интернете и частично – на занятия спортом и другими видами оздоровления.

Для реализации научно-образовательно-творческой программы разработана и постоянно совершенствуется учебная программа, состоящая, как правило, из следующих модулей:

1. «Выбор достойной цели». Содержание: алгоритм постановки проблемной задачи, постановка конкретной проблемной задачи с применением названного алгоритма.

2. «Системный и диалектический анализ». Содержание: Понятия «система», «функция», «не-система», «анти-система», «со-система», «системный оператор», «развитие», «противоречие». Анализ конкретных систем, в которых существуют проблемы, выбранные участниками на занятиях по 1-му модулю.

3. «Решение проблемы». Содержание: Принципы устранения технических противоречий, приемы устранения физических противоречий, стандарты на устранение противоречий. Решение участниками своих проблемных задач с помощью принципов, приемов, стандартов.

4. «АРИЗ». Содержание: алгоритм решения изобретательских задач «АРИЗ-85В». Решение участниками своих проблемных задач с помощью АРИЗ.

5. «РТВ» («Развитие творческого воображения» – разработанная Г.С. Альтшуллером система методов преодоления психологической инерции, помогающая практическому решению ряда задач). Содержание: методы развития творческого воображения.

6. «Информационный фонд». Содержание: консультации участников приезжающими на интенсивную школу ведущими учеными и специалистами, информационный поиск в Интернете.

7. «Подготовка инновационного проекта». Содержание: структура проекта, научной работы, статьи, доклада, тезисов доклада, заявки на изобретение. Оформление участниками своих научных результатов в виде научных работ и докладов.

8. «Научная конференция». Содержание: доклады участников о своих проектах по решению проблемных задач.

Всеми участниками, как правило, выполняются модули № 1–3, 6–8. В зависимости от выбранных участниками интенсивной школы конкретных проблемных задач, часть из них выполняет также модули №№ 4 и 5. Модуль 6 выполняется параллельно другим модулям.

На многопрофильных интенсивных школах участники делятся на целевые группы в зависимости от выбранных ими проблем для решения: техники, энергетики, экологии, информатики, безопасности жизнедеятельности, литературы, медицины, образования, спорта и др.

В состав педагогической команды интенсивной школы входят ведущие ученые и специалисты вузов региона, а также специалисты по прикладной

диалектике (ТРИЗ). При этом апробировалась описанная выше методика двойного руководства: методолог творчества + ученый + молодой исследователь. Кроме ученого – научного руководителя, могут назначаться другие ученые – консультанты, в том числе и специалисты из других областей науки.

В состав педагогической команды включаются также студенты вузов региона, которые выполняют функции вожатых и консультантов.

Осуществление научно-образовательно-творческой программы начинается с выбора участниками тем для своих научных разработок (Модуль «Выбор достойной цели»). Этому посвящается одна из первых лекций и первые два дня консультаций.

Выбор тем производится по методике, основанной на личностной ориентации, когда участники выбирают проблемные задачи, которые их интересуют. Эти задачи могут быть из любых наук и областей человеческой деятельности. Часть участников обычно уже имеют проблемные задачи, над которыми работают. Тогда на первых консультациях уточняется их формулировка. Если некоторые участники затрудняются в выборе тем, то на консультациях им оказывается помощь, которая состоит в выборе системы для совершенствования. Такой системой может быть, например, любое техническое устройство, социальная структура и др. Анализируются положительные стороны и недостатки (полезные и вредные функции) этой системы и ставится задача создать более совершенную систему, имеющую более выраженные полезные функции и меньшие вредные функции.

В последующие дни в первой половине дня ведутся групповые занятия: лекции, лекции-диалоги, практикумы двух видов:

1. Обзорные лекции по современным достижениям науки и техники. Их читают приезжающие на интенсивную школу ученые из вузов региона. Материал этих лекций является частью информационного фонда, используемого участниками для решения своих проблемных задач.

2. Методы прикладной диалектики (ТРИЗ). Их читают постоянные преподаватели интенсивной школы.

Во второй половине дня проводятся консультации, на которых каждый участник показывает свои последовательно выполняющиеся разработки специалистам по ТРИЗ, ученым, приезжающим на интенсивную школу, студентам – водителям, в зависимости от тематики своих научных работ. На этих консультациях и на самостоятельных занятиях учащиеся последовательно применяют для решения своих проблемных задач изучаемые методы ТРИЗ, до достижения решения.

В теплое время года занятия и консультации по возможности, кроме дождливых дней, проводятся на открытом воздухе для максимального оздоровительного эффекта и максимальной продуктивности умственной работы.

Во время названных разработок, занимающих наибольшую часть продолжительности интенсивной школы, учащиеся, кроме консультаций ученых, специалистов и студентов, пользуются информационным фондом из Интернета.

На итоговую конференцию интенсивной школы приезжают ученые и специалисты, консультировавшие участников по конкретным направлениям науки и техники, а также другие ученые и специалисты из вузов региона.

На итоговой конференции участниками интенсивной школы делаются доклады, в каждом из которых содержатся собственные научные результаты авторов, в соответствии с современными требованиями к молодежному научному творчеству. Одновременно с конференцией проводится конкурс проектов участников, в жюри которого участвуют приезжающие ученые и специалисты, а также постоянные преподаватели, методологи творчества, студенты-водители. Тематические секции итоговой конференции проводятся последовательно, и все доклады заслушиваются всеми участниками, так как если научные работы выполняются на основе ТРИЗ, то во всех этих работах присутствует составляющая, понятная всем участникам, независимо от



тематики их собственных научных работ. Эта составляющая – применение методов прикладной диалектики (ТРИЗ) для решения различных проблем, которым посвящены научные работы. Ее можно назвать метапредметной или метапроблемной составляющей.

Научно-образовательно-творческая программа осуществляется также на интенсивных школах, проводящихся в другое время года, например, во время каникул.

На названных интенсивных школах был создан и апробирован вышеописанный метод инновационных проектов.

## **2.2. Современное состояние работы с интеллектуальной собственностью в школьном образовании**

Интеллектуальная собственность [4] в широком понимании означает закреплённое законом временное исключительное право, а также личные неимущественные права авторов на результат интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации. Законодательство, которое определяет права на интеллектуальную собственность, устанавливает монополию авторов на определённые формы использования результатов своей интеллектуальной, творческой деятельности, которые, таким образом, могут использоваться другими лицами лишь с разрешения первых.

Работа с интеллектуальной собственностью – одна из тех сфер, в которых имеет место существенная разница между довузовским (средним общим) и высшим образованием.

В довузовских образовательных организациях, как правило, интеллектуальная собственность создаётся педагогами в порядке исполнения служебных обязанностей (служебные произведения), чаще всего не в результате научно-технического творчества, и не имеет такой высокой стоимости, как изобретения. Обычно это – методические разработки. В доступных информационных источниках отсутствуют сведения о том,

чтобы создание другой интеллектуальной собственности вменялось в обязанность педагогам и учащимся какими-либо стандартами, законодательными, подзаконными или локальными нормативными актами. Однако создание такой собственности, как целенаправленное, так и в виде «побочного продукта» методических и других разработок (например, статей в педагогических журналах), может приветствоваться этими же актами, быть основанием педагогам для стимулирующих выплат, подтверждения и повышения квалификационных категорий, повышений в должности и др. Обучающимся создание интеллектуальной собственности (например, рационализаторских предложений в результате проектной деятельности) даёт серьёзные возможности для побед и призовых мест в ученических конференциях, выставках, конкурсах, соревнованиях не только муниципального и регионального, но также Федерального и международного уровня и, что особенно существенно, дополнительные баллы к ЕГЭ при поступлении на престижные специальности ведущих университетов. В последнее время появляются научные журналы для школьников и приглашения школьникам публиковаться в трудах конференций. Как правило, при этом реализуются неимущественные авторские права, главным образом – право называться автором произведения.

Создание обучающимися и педагогами общеобразовательных учреждений таких объектов интеллектуальной собственности, как изобретения и полезные модели, в России до настоящего времени является большой редкостью.

В последние десятилетия в отдельных школах (лицеях, гимназиях) и учреждениях дополнительного образования, где работают (обычно по совместительству) инженеры, знающие ТРИЗ, под их руководством учащиеся создают потенциально патентоспособные решения, но не на все их них подаются заявки на изобретения, главным образом в связи с отсутствием источников финансирования.

В отличие от вузов, общеобразовательные учреждения не имеют соответствующих статей в своих бюджетах, и заявки могут быть поданы только в случае успеха в поисках спонсоров или в получении грантов. И даже получаемые в отдельных случаях патенты оказывается невозможным использовать в силу отсутствия маркетинговых служб в общем образовании. Распространено мнение, что ученические проекты не могут достичь уровня объектов интеллектуальной собственности. Поэтому на дистанционных конкурсах (даже на Фестивалях Национальной технологической инициативы «Rukami») ученические проекты нередко выставляются на обсуждение в открытом доступе в интернете, что лишает их патентоспособности. В проектах Национальной технологической инициативы (НТИ), таких, как «Кванториум», средства вкладываются в основном в развитие материальной, но не методической и тем более интеллектуальной, базы научно-технического творчества. Исключение составляет вышеназванная Дорожная карта «Кружкового движения» НТИ, принятая на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 18 июля 2017 г. (протокол № 3). Однако в результате информационного поиска, обращений в молодёжные структуры НТИ, в том числе и при очном участии автора диссертации в «Академии наставников» НТИ, не было найдено решений по соответствующему финансированию создания методологии применения ТРИЗ.

Вместе с этим, в ряде зарубежных стран изобретательство школьников активно поддерживается государственными и частными структурами. Существует международный праздник «День детских изобретений» – «Kid Inventors' Day» (17 января – День рождения Бенджамина Франклина – одного из «отцов-основателей» США, придумавшего ласты для плавания в 12 лет). Этот праздник только начинает становиться известным в России. Однако, на сайтах, посвящённых Дню детских изобретений, нет ссылок на ТРИЗ.

Быстрое распространение преподавания ТРИЗ в зарубежных университетах позволяет предполагать, что эта методология со временем придёт в зарубежные школы.

Применение метода инновационных проектов в научно-технической деятельности обучающихся, в том числе в создании индивидуальных и коллективных проектов, увеличивает количество создаваемых инновационных решений, ряд из которых могут быть объектами интеллектуальной собственности. Для системы общего образования это может способствовать пополнению школьных бюджетов. Вместе с этим, в отличие от высшего и послевузовского профессионального образования, где имеются развитые структуры по защите и использованию интеллектуальной собственности, в общем образовании эта работа практически отсутствует. Хотя действующим Положением о патентных пошлинах для образовательных организаций установлен льготный размер пошлин (втрое меньше, чем для юридических и физических лиц, не имеющих льгот), тем не менее, даже для таких пошлин отсутствуют соответствующие статьи в школьных бюджетах.

Названным Положением предусмотрены существенные (в 10 раз) льготы на пошлины, когда заявки подаются от отдельных или группы лиц, являющихся обучающимися, научными и педагогическими работниками. Однако интеллектуальная собственность, создаваемая в системе научно-технической деятельности обучающихся, является служебными произведениями, и по закону принадлежит образовательной организации (которая при получении дохода от внедрения обязана делиться с авторами).

Работу по защите и использованию интеллектуальной собственности, создаваемой школьниками в кружках НТИ, могут взять на себя стейкхолдеры, имеющие соответствующие средства в своих бюджетах (т. е. не школы). Но тогда уже именно эти стейкхолдеры, а не школы, станут обладателями интеллектуальной собственности. И если от этой

собственности будет получен доход, то часть его получают авторы – учащиеся, но не школы.

Таким образом, требуется разработка рекомендаций по работе с интеллектуальной собственностью в школах.

### **ГЛАВА 3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО РАЗВИТИЮ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

#### **3.1. Развитие метода инновационных проектов**

В процессе обучения в магистратуре метод инновационных проектов был дополнен диссертантом в части, посвящённой конструктивной реализации создаваемых инновационных решений.

Это обусловлено современными требованиями к научно-техническому творчеству обучающихся. В том числе, Кружковым движением Национальной технологической инициативы [19] предусматривается не только создание инновационных идей, но и их реализация в изделиях.

Практика показывает, что осуществить цикл выполнения школьного проекта от создания инновационного решения до изготовления изделия (концептуальная стадия, стадия моделирования и фаза конструирования) редко представляется возможным в одной образовательной организации. Даже создаваемые по программам Национальной технологической инициативы технопарки «Кванториум» не всегда располагают специалистами и оборудованием по всем необходимым направлениям. Поэтому необходимо спланировать и организовать последовательное обращение обучающихся в различные образовательные организации. Если у проекта несколько авторов, то им целесообразно поручать различные части работы по разработке и изготовлению изделия и обращению в различные соответствующие образовательные организации.

Схема метода инновационных проектов в части реализации разработок (фазы конструирования) приведена в приложении В.

Разработаны также проекты мероприятий для представления результатов научно-технического творчества обучающихся, проводящегося методом инновационных проектов.

Применение метода инновационных проектов обуславливает интерес к организации и проведению, наряду с типовыми, таких конференций обучающихся, где конкурсный зачёт ведётся по критерию степени инновационности проектной идеи, созданной обучающимся, независимо от области, к которой относится тема этой проектной идеи.

При участии автора диссертанта, во время проведения вышеописанных молодёжных интенсивных школ, отработывалась методика таких конференций, которая в настоящее время предлагается Кружковому движению и другим программам в составе Национальной технологической инициативы.

На таких конференциях конкурсный зачёт ведётся на основе содержащейся в ТРИЗ 5-уровневой (с возможностью дробных оценок уровней) шкалы решений изобретательских и проблемных задач [19]. Это позволяет сравнивать между собой проекты, относящиеся к различным областям человеческой деятельности, но в особенности важно то, что победителями и призёрами становятся именно авторы наиболее инновационных, потенциально патентоспособных решений.

1. К отбору на конференцию принимаются инновационные проекты технических устройств и систем, выполненные учащимися как индивидуально, так и коллективно. Рекомендуется для учащихся начальных классов делать отдельную номинацию. Также рекомендуется, чтобы у проектов, выполненных в соавторстве, было не более 3 соавторов, тогда в случае победы или призового места не будет проблем с представлением проекта на конференции более высокого уровня. Учащиеся 10-11 классов, выполняющие индивидуальные проекты согласно ФГОС-2, могут подобрать темы так, чтобы они были независимыми частями более общего проекта.

Если на инновационные решения, содержащиеся в проекте, получен патент на изобретение, либо подана заявка, получена справка о принятии заявки, то копии этих документов прилагаются к проекту, так как они повышают рейтинговую оценку проекта. Если таких документов у авторов нет, то проекты принимаются под обязательство оргкомитета о неразглашении их сущности за пределы организаторов и участников конференции.

2. Под инновационным проектом понимается проект, в котором предлагается новое решение какой-либо проблемной задачи (инновационная идея). В проекте должна быть изложена сущность инновационной идеи, именно она оценивается жюри. Подробности желательны в той мере, в какой они не превышают требований к объёму проекта. Особый интерес представляют запатентованные проекты и проекты, по которым поданы заявки на изобретения. В этом случае к проекту необходимо приложить копию патента или заявки. Представляют ценность изготовленные учащимися макеты или действующие модели, особенно если они выполнены с использованием 3D-печати, лазерных гравиров и другой техники Детских технопарков, Фаблаб-ангаров, Центров молодежного инновационного творчества (ЦМИТ).

3. В подготовке инновационных проектов могут принимать участие взрослые ученые, специалисты, педагоги в качестве руководителей или консультантов. Сведения о них должны быть указаны в заявках наряду со сведениями об авторах.

4. Отбор инновационных проектов на конференцию осуществляется на основе поступающих заявок. Заявки могут быть поданы лично авторами, школами, лицеями, гимназиями, в которых они учатся, учреждениями дополнительного образования, если проекты выполнены в этих учреждениях, органами управления образованием. Проекты принимаются на основе конкурсного отбора, с учетом степени инновационности и



патентоспособности, которая оценивается по содержащейся в ТРИЗ шкале уровней изобретений и решений проблемных задач.

5. Если заявки принимаются через сайт, то необходимо обеспечить парольный доступ к проектам: для авторов и руководителей – к собственным проектам, для членов жюри – к проектам, определяемым оргкомитетом. Ни в коем случае нельзя открывать свободный доступ к проектам даже после окончания конференции. Патентное законодательство дает возможность патентовать идею в течение полугода после ее представления на конференции, а именно по результатам конференций часто и возможно получить средства кого-либо из спонсоров на ее патентование. Если же проект будет выставлен в открытый доступ, то этот факт лишает проект патентоспособности.

6. На конференцию рекомендуется принимать до 100 инновационных проектов. При этом количество проектов по любому научному направлению не должно превышать 40% от общего количества принятых инновационных проектов.

7. Направления конференции (типовые, их перечень можно расширять):

- «Информационные технологии»;
- «Машиностроение и транспорт»;
- «Энергетика»;
- «Радиоэлектроника».

Оргкомитет вправе определять и иные направления конференции.

Проекты по вопросам экологии и охраны окружающей среды при производстве и эксплуатации различных видов техники, если их количество недостаточно для отдельного направления, целесообразно относить к направлениям, соответствующим этим видам техники.

7. Доклады делятся на секции, соответствующие названным направлениям, не более 20 – 25 докладов на секцию. В зависимости от количества принятых докладов по различным направлениям оргкомитет

может создать в составе направления две секции либо объединить два смежных направления в одну секцию.

8. На каждой секции проводится конкурс докладов. Основным критерий (его вес – не менее 50%) – степень инновационности, определяемая по шкале уровней решения проблемных задач (см. библиографический список Части 1). Остальные критерии и их вес определяются оргкомитетом до начала конференции.

9. По заявкам органов управления образованием и по приглашению оргкомитета на конференцию принимаются в качестве стажеров педагоги учреждений общего и дополнительного образования, которые наблюдают за ходом конференции, имеют право задавать вопросы докладчикам, выполняют отдельные поручения оргкомитета. После окончания конференции им могут быть выданы сертификаты о краткосрочном повышении квалификации в виде стажировки. Рекомендуются принимать до 50 педагогов. При поступлении большего количества заявок оргкомитет проводит отбор с учетом максимального представительства различных регионов и территорий и с учетом конкретной профессии: в первую очередь руководители технических кружков, студий, лабораторий, учителя технологии (технического труда) и физики, методисты по этим предметам, педагоги, применяющие проектный метод обучения.

10. Все участники и посетители конференции: авторы, руководители, консультанты, родители, члены оргкомитета, жюри и др., представители органов управления образованием и молодежной политики, педагогическая стажеры под роспись дают обязательство о неразглашении сущности ставших известными им незапатентованных проектов за пределы конференции. Представители СМИ допускаются по предварительному согласованию, на те мероприятия конференции, где не рассказывается о сущности представленных проектов, а может говориться только о решаемых проблемах и достигнутом эффекте (торжественные открытие и закрытие, награждение победителей и призеров и др.).

## Итоги конференции

1. По результатам конкурса докладов на каждой секции определяются одно первое, два вторых и три третьих места. Авторам проектов – победителей и призеров – вручаются дипломы соответствующей степени и ценные подарки. Если проект – победитель или призер – выполнен в соавторстве, то дипломы 1-й, 2-й и 3-й степени, ценные подарки вручаются соавторам, выступавшим с докладом, а свидетельства участников – всем соавторам.

2. По критерию степени инновационности определяются наиболее инновационные проекты по каждой секции, а также три наиболее инновационных проекта в общем зачете. Универсальность критериев степени инновационности позволяет сравнивать между собой проекты, относящиеся к различным научным и техническим направлениям. Авторам этих проектов, выступавшим с докладом, вручаются соответствующие дипломы и ценные подарки.

3. По результатам предварительного рассмотрения и конкурса докладов определяются инновационные проекты:

- потенциально патентоспособные, в том числе те, на которые целесообразно подать заявки от имени школы;
- проекты, которые целесообразно представлять на молодежные инновационные форумы;
- проекты, для дальнейшего развития которых целесообразно поручить их конструктивную и маркетинговую проработку творческим студенческим коллективам.

Авторам названных проектов, руководителям их образовательных учреждений, руководителям соответствующих органов управления образованием вручаются соответствующие рекомендации.

В порядке поощрения участников за создание потенциально патентоспособных решений целесообразно учреждать денежные призы в размере патентных пошлин, за целевое использование которых (оплату

пошлин) и отчет об этом в установленный срок авторы несут ответственность.

Целесообразно проведение таких конференций в сотрудничестве с университетами, курирующими инженерно-технологические классы, чтобы по их итогам начислять учащимся выпускных классов дополнительные баллы к ЕГЭ, давать отзывы на проекты для участия в конференциях более высокого уровня, находить средства на патентование из смет на профориентацию и довузовскую подготовку.

Для проектных школ, проводящихся Кружковым движением НТИ, а также проводимых другими заинтересованными организациями и корпорациями, диссертантом на основе предшествующего опыта разработана модель на основе ТРИЗ.

В летнее и другое каникулярное время целесообразно осуществлять интенсивные школы – «погружения» (в том числе выездные – например, в детских лагерях отдыха).

Основная задача каждого участника молодежной интенсивной школы – за время обучения в ней создать задел для своей будущего инновационного проекта, продолжение и оформление которого может осуществляться после окончания интенсивной школы. Тогда проект включается в систему молодежных научных мероприятий (конференций, конкурсов, выставок и др.).

На интенсивной школе целесообразно одновременно реализовать четыре программы:

- оздоровительную (обычно в летнее время, в загородных лагерях);
- культурную;
- воспитательную;
- научно-образовательно-творческую.

Оздоровительная программа осуществляется главным образом во второй половине дня, а также в выходные дни, и состоит в проведении спортивных тренировок и соревнований, краткосрочных туристических

походов и др., конкретное содержание которых определяется интересами участников и условиями лагеря отдыха. В то же время, в интенсивных школах на основе метода инновационных проектов присутствует еще один важный оздоровительный компонент, состоящий в существенном положительном влиянии на здоровье творческого процесса, успешность которого обеспечивается применяемыми ТРИЗ-технологиями творчества.

Культурная программа осуществляется главным образом в вечернее время (после ужина) и состоит в творческих конкурсах, дискотеках и т. п. При ее подготовке и проведении используются те же ТРИЗовские методы творчества, которые изучаются и применяются в научно-образовательно-творческой программе. Этим достигается повышение творческого уровня участников и одновременно углубляется их понимание универсальности изучаемых методов творчества. Например, предметом творческого конкурса может быть: необычный костюм; необычный сценарий дискотеки; предложения по необычному оформлению лагеря, в котором живут участники, и т. п. Бывает, что у некоторых участников новые идеи, созданные первоначально в культурной программе, становятся предметом инновационных проектов.

Для воспитательной программы специальное время отводить не обязательно, так как воспитательный процесс осуществляется в течение всего времени проведения интенсивной школы, одновременно с другими программами. Наиболее эффективным воспитательным фактором являются занятия творчеством, формирующие положительную направленность личности, мотивирующие на созидательную деятельность.

Научно-образовательно-творческая программа – основное место применения метода инновационных проектов.

Программа осуществляется главным образом в первой половине дня, когда проводятся лекции и групповые практические занятия, и частично – во второй половине дня, когда участники поочередно, по графику, консультируются у ученых, специалистов и студентов базовых вузов

индивидуально и малыми группами. При этом ученые и специалисты заняты, как правило, всю вторую половину дня, а учащиеся – в среднем по 30 мин., а остальное время частично используют на самостоятельную работу, информационный поиск в Интернете и частично – на занятия спортом и другими видами оздоровления.

Для реализации научно-образовательно-творческой программы разработана и постоянно совершенствуется учебная программа, состоящая, как правило, из следующих модулей:

1. «Выбор достойной цели». Содержание: алгоритм постановки проблемной задачи, постановка конкретной проблемной задачи с применением названного алгоритма.

2. «Системный и диалектический анализ». Содержание: Понятия «система», «функция», «не-система», «анти-система», «со-система», «системный оператор», «развитие», «противоречие». Анализ конкретных систем, в которых существуют проблемы, выбранные участниками на занятиях по 1-му модулю.

3. «Решение проблемы». Содержание: Принципы устранения технических противоречий, приемы устранения физических противоречий, стандарты на устранение противоречий. Решение участниками своих проблемных задач с помощью принципов, приемов, стандартов.

4. «АРИЗ». Содержание: алгоритм решения изобретательских задач «АРИЗ-85В». Решение участниками своих проблемных задач с помощью АРИЗ.

5. «РТВ» («Развитие творческого воображения» – разработанная Г.С. Альтшуллером система методов преодоления психологической инерции, помогающая практическому решению ряда задач). Содержание: методы развития творческого воображения.

6. «Информационный фонд». Содержание: консультации участников приезжающими на интенсивную школу ведущими учеными и специалистами, информационный поиск в Интернете.

7. «Подготовка инновационного проекта». Содержание: структура проекта, научной работы, статьи, доклада, тезисов доклада, заявки на изобретение. Оформление участниками своих научных результатов в виде научных работ и докладов.

8. «Научная конференция». Содержание: доклады участников о своих проектах по решению проблемных задач.

Всеми участниками, как правило, выполняются модули № 1–3, 6–8. В зависимости от выбранных участниками интенсивной школы конкретных проблемных задач, часть из них выполняет также модули №№ 4 и 5. Модуль 6 выполняется параллельно другим модулям.

На многопрофильных интенсивных школах участники делятся на целевые группы в зависимости от выбранных ими проблем для решения: техники, энергетики, экологии, информатики, безопасности жизнедеятельности, литературы, медицины, образования, спорта и др.

В состав педагогической команды интенсивной школы входят ведущие ученые и специалисты вузов региона, а также специалисты по прикладной диалектике (ТРИЗ). При этом реализуется описанная выше методика двойного руководства: методолог творчества + ученый + молодой исследователь. Кроме ученого – научного руководителя, могут назначаться другие ученые – консультанты, в том числе и специалисты из других областей науки.

В состав педагогической команды включаются также студенты вузов региона, которые выполняют функции вожатых и консультантов.

Осуществление научно-образовательно-творческой программы начинается с выбора участниками тем для своих научных разработок (Модуль «Выбор достойной цели»). Этому посвящается одна из первых лекций и первые два дня консультаций.

Выбор тем производится по методике, основанной на личностной ориентации, когда участники выбирают проблемные задачи, которые их интересуют. Эти задачи могут быть из любых наук и областей человеческой

деятельности. Часть участников обычно уже имеют проблемные задачи, над которыми работают. Тогда на первых консультациях уточняется их формулировка. Если некоторые участники затрудняются в выборе тем, то на консультациях им оказывается помощь, которая состоит в выборе системы для совершенствования. Такой системой может быть, например, любое техническое устройство, социальная структура и др. Анализируются положительные стороны и недостатки (полезные и вредные функции) этой системы и ставится задача создать более совершенную систему, имеющую более выраженные полезные функции и меньшие вредные функции.

В последующие дни в первой половине дня ведутся групповые занятия: лекции, лекции-диалоги, практикумы двух видов:

1. Обзорные лекции по современным достижениям науки и техники. Их читают приезжающие на интенсивную школу ученые из вузов региона. Материал этих лекций является частью информационного фонда, используемого участниками для решения своих проблемных задач.

2. Методы прикладной диалектики (ТРИЗ). Их читают постоянные преподаватели интенсивной школы.

Во второй половине дня проводятся консультации, на которых каждый участник показывает свои последовательно выполняющиеся разработки специалистам по ТРИЗ, ученым, приезжающим на интенсивную школу, студентам – вожатым, в зависимости от тематики своих научных работ. На этих консультациях и на самостоятельных занятиях учащиеся последовательно применяют для решения своих проблемных задач изучаемые методы ТРИЗ, до достижения решения.

В теплое время года занятия и консультации по возможности, кроме дождливых дней, проводятся на открытом воздухе для максимального оздоровительного эффекта и максимальной продуктивности умственной работы.

Во время названных разработок, занимающих наибольшую часть продолжительности интенсивной школы, учащиеся, кроме консультаций



ученых, специалистов и студентов, пользуются информационным фондом из Интернета.

Итоговая конференция проводится по модели, описанной выше.

На итоговую конференцию интенсивной школы приезжают ученые и специалисты, консультировавшие участников по конкретным направлениям науки и техники, а также другие ученые и специалисты из вузов региона.

На итоговой конференции участниками интенсивной школы делаются доклады, в каждом из которых содержатся собственные научные результаты авторов, в соответствии с современными требованиями к молодежному научному творчеству. Одновременно с конференцией проводится конкурс проектов участников, в жюри которого участвуют приезжающие ученые и специалисты, а также постоянные преподаватели, методологи творчества, студенты-вожатые. Тематические секции итоговой конференции проводятся последовательно, и все доклады заслушиваются всеми участниками, так как если научные работы выполняются на основе ТРИЗ, то во всех этих работах присутствует составляющая, понятная всем участникам, независимо от тематики их собственных научных работ. Эта составляющая – применение методов прикладной диалектики (ТРИЗ) для решения различных проблем, которым посвящены научные работы. Ее можно назвать метапредметной или метапроблемной составляющей.

Научно-образовательно-творческая программа осуществляется также на интенсивных школах, проводящихся в другое время года, например, во время каникул.

По результатам конференций, кроме вручения дипломов, призов, свидетельств, оргкомитет направляет письма в образовательные учреждения, где учатся участники интенсивной школы, и в органы управления образованием и молодежной политики, о важности продолжения начатых ими проектов, патентования, представления на конференции, конкурсы, выставки.

Применение метода инновационных проектов в научно-техническом творчестве обучающихся может приводить к созданию обучающимися, в том числе и в соавторстве с педагогами, потенциально патентоспособных инновационных проектов

В связи с этим, диссертантом разработаны рекомендации по работе с интеллектуальной собственностью в школах и дополнительном образовании, включая кружки НТИ, в виде инновационной системы образовательной организации (школы, лицея, гимназии, организации дополнительного образования).

Такая инновационная система может включать в себя:

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

Реально школа самостоятельно может осуществлять первые четыре пункта из приведённого перечня, при условии предварительного прохождения частью педагогов соответствующих курсов повышения квалификации. Для организаций системы школьного образования работа по фиксации, хранению, защите и реализации интеллектуальной

собственности является новой и не обеспеченной как кадрами, так и финансами. Тем не менее, существуют возможности полной реализации школьной инновационной системы за счёт интеграции с вузами, ведущими подготовку к инженерным профессиям. Специализированные и корпоративные классы, в том числе инженерные и инженерно-технологические, сети которых развиваются в различных регионах, в принципе могут работать только на основании договоров с вузами. Практически все вузы имеют структуры, отвечающие за довузовскую подготовку, и нередко выделяют на неё значительные средства, существенно превышающие размер патентных пошлин. Все вузы имеют структуры, ответственные за патентно-лицензионную деятельность. Возможно, например, включение в договоры между вузом и школой, где создан специализированный класс, пунктов, 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 соавторами 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 счёт которых также возможно патентование изобретений обучающихся в школах.

Для обучающегося, подавшего заявку на изобретение при поддержке вуза, естественным является продолжение обучения именно в этом вузе, на направлении или специальности, соответствующей 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») [2], а в вузе можно более успешно осуществить следующие этапы, вплоть до внедрения изобретения.

### 3.2. Проект «Школьная лаборатория 4.0» - технология будущего

Проводя маркетинг своих разработок, авторский коллектив образовательных технологий при кафедре ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» СФУ, в работе которого активно участвует автор диссертации, получил приглашение Центрального оргкомитета Всероссийского фестиваля «Наука 0+», базирующегося в Федеральной территории Сириус, и Президентского лица «Сириус» для совместной разработки предложения в план Десятилетия науки и технологий в России.

В ходе совместных разработок, с участием автора диссертации, был составлен и подан через сайт днт.рф проект «Школьная лаборатория 4.0» в инициативу «Открытие центров, лабораторий, запуск исследовательской инфраструктуры».

В проекте использованы разработки и опыт автора настоящей диссертации.

Цифры «4.0» в названии проекта означает, что проект предназначен для подготовки будущих абитуриентов к обучению в вузе, реализующем модель «Университет 4.0» (к трём миссиям: учебная, научная и бизнес добавлена четвёртая: решение проблем, которые сама промышленность решить не в состоянии; такая модель формируется в СФУ). Они означают также, что проект предназначен для подготовки к жизни в условиях Индустрии 4.0 (киберфизические системы, интеллектуальные технологии управления, межмашинные коммуникации, интернет вещей и др.).

«Производством» лаборатории станут:

- консультации («ТРИЗ-консалтинг») и советы учащимся и их научным руководителям, связанные с улучшением выполнения их проектов;
- формирование у учащихся особенно востребованных в условиях четвёртой технологической революции, шестого и последующих технологических укладов «гибких навыков» (soft skills), таких, как решение комплексных проблем (Complex Problem Solving), критическое мышление

(Critical Thinking), креативность (Creativity) (согласно Манифесту Международного экономического форума 2020 г.);

- повышение эффективности проектной деятельности учащихся до уровня создания инновационных проектов;

Лаборатория будет:

- помогать педагогам основного и дополнительного образования, преподавателям вузов, занимающимся довузовской подготовкой, в освоении системы ТРИЗ-педагогика и в своём профессиональном росте в этом направлении;

- помогать авторам и научным руководителям проектов в поиске проблем технологического развития различных отраслей и в нахождении решений этих проблем;

- помогать готовить проекты для представления на очных и дистанционных научных и научно-технических конференциях, выставках, конкурсах, соревнованиях и других форумах от школьного до международного уровня;

- содействовать учащимся – авторам проектов, выполненных с использованием современных методов генерации инновационных решений, и их научным руководителям в выявлении потенциальной патентоспособности решений, содержащихся в проектах, в подготовке заявок на изобретения и другие виды интеллектуальной собственности, в защите прав на них;

- помогать образовательным учреждениям в организации и проведении очных и дистанционных инновационных конференций, олимпиад, конкурсов и других соревнований от школьного до регионального уровня, в которых конкурсный зачёт ведётся по критерию степени инновационности решений.

Основное оборудование «Лаборатории 4.0» - компьютерный класс с установленным, дополнительно к типовому, программным обеспечением класса САИ (Computer Aided Invention – компьютерная поддержка изобретательства): Отечественная программа «Новатор», «Invention Machine», «Innovation WorkBench», «Innokraft» и др.

Планируется вначале создать две экспериментальные «Лаборатории 4.0»:

- в Лицее «Сириус» – для развития инновационной деятельности учащихся и педагогов Лицея;

- в Институте инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, в виде сетевой лаборатории, очно и дистанционно помогающей учащимся и педагогам школ, лицеев, гимназий Красноярского края, а также и постоянно общающейся с лабораторией в Лицее «Сириус».

В дальнейшем планируется распространение модели «Школьная лаборатория 4.0», с внесёнными, если потребуется по результатам эксперимента, изменениями и дополнениями, в различных регионах России.

## **ГЛАВА 4. НЕДИРЕКТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **4.1. Проект безаварийной авиамодели**

. Первая часть метода инновационных проектов – создание идеи.

Принятый на обучение по программе «ТРИЗ» учащийся 7 класса школы № 144 занимался также авиамодельным спортом в объединении «Техническое моделирование» Учебного центра «Форсаж» МБОУ ДО «Центр профессионального самоопределения» (Советский район г. Красноярск). С помощью авторского приёма «Лист противоречий», он дал следующие ответы на вышеназванные вопросы (стр. 23 – 24):

1. Желая усовершенствовать кордовую авиамодель самолёта.
2. Главная полезная функция (ГПФ) авиамодели – развитие интереса к авиации, вовлечение молодёжи в авиационную отрасль.
3. Дополнительные полезные функции (ДПФ) авиамодели – воспитание целеустремлённости, настойчивости, выдержки, трудолюбия, повышение скорости реакции, полезный досуг и др.
4. Вредные функции (ВФ) авиамодели – частые падения при неумелом управлении начинающими спортсменами, при которых повреждается дорогостоящий двигатель, и необходимо покупать новый.
5. Со-системы кордовой авиамодели: воздух (в полёте), земля (до взлёта и после посадки), пилот (спортсмен-авиамоделист), помощники пилота, тренер, судьи на соревнованиях.
6. Не-системы (другие системы, выполняющие ту же функцию) кордовой авиамодели: авиамодели других классов [32].
7. Антисистема кордовой авиамодели: плохое здоровье (не даёт возможности работать на многих специальностях в авиации, т. е. препятствует выполнению ГПФ).

8. Надсистемы кордовой авиамодели: площадка для соревнований (во время соревнований), авиамодельная лаборатория (между соревнованиями), транспортное средство (во время перевозки на соревнования и обратно), все авиамодели различных классов и др.

9. Подсистемы кордовой авиамодели: корды, двигатель, топливный бак, фюзеляж, крыло, киль, стабилизатор, руль высоты, качалка, тяга, кабанчик, шасси.

10. Основная проблема кордовой авиамодели, снижающая эффективность выполнения ГПФ и увеличивающая ВФ:

При падениях, частых у начинающих спортсменов, ломается вал двигателя, а отдельно валы не продаются, приходится приобретать новый двигатель полностью, что затруднительно для бюджета организации дополнительного образования. В результате уменьшается количество занимающихся авиамodelным спортом.

11. Идеальный конечный результат (ИКР): «При ситуации пикирования авиамодель сама выправляет полёт по безопасной траектории удержания угла наклона».

12. Административное противоречие (АП), содержащееся в этой проблеме:

Нужно существенно снизить количество падений кордовых авиамodelей при неумелом управлении начинающих спортсменов, но не знаем, как это сделать.

13. Техническое противоречие (ТП), содержащееся в этой проблеме:

Снижение количества падений модели неизбежно требует:

а) приобретения технических знаний о настоящей конструкции авиамodelи и зарождения мыслей о её совершенствовании,

б) повышения мастерства пилотирования,

в) приобретения устойчивых практических навыков пилотирования.



Следовательно, снижение количества падений у начинающих спортсменов неизбежно требует совершенствования существующей в настоящее время конструкции.

14. Физическое противоречие (ФП), содержащееся в этой проблеме:

«Нужно повышать устойчивость функционирования (полёта) авиамодели, управляемой начинающим пилотом, и невозможно это сделать при существующей в настоящее время конструкции, так как начинающий пилот ещё не имеет знаний, опыта и мастерства».

15. «Оперативная зона конфликта» – это система рулевого управления высотой.

16. Названные противоречия можно преодолеть по законам развития систем:

- а) повышения динамичности и управляемости,
- б) развёртывания-свёртывания (в части развёртывания),
- в) вытеснения человека из технической системы (частично, на определённом этапе полёта).

17. Названное техническое противоречие можно преодолеть по принципам (при их совместном применении):

- а) № 11 – «заранее подложенной подушки»,
- б) № 23 – «обратной связи»,
- в) № 25 – «самообслуживания»,
- г) № 28 – «замены механической схемы» (частично).

18. Названное физическое противоречия можно преодолеть приёмом разнесения во времени.

19. Названные противоречия можно преодолеть по стандартам ТРИЗ:

- а) 1.1.3. Переход к внешнему комплексному веполю,
- б) 2.1.2. Переход к двойному веполю,
- в) 3.1.1. Переход к бисистемам и полисистемам (в части бисистемы).

20. Использование физических, химических, биологических, психологических или других эффектов в данной задаче не требуется.

21. Структура новой авиамодели, в которой преодолены названные противоречия, в дополнение к современной авиамодели, содержит электронную систему автоматического управления, которая:

- а) постоянно измеряет угол наклона и высоту полёта авиамодели;
- б) сравнивает измеренный угол наклона с критическим, при котором модель может упасть и при этом сломается вал двигателя;
- в) если угол наклона превышает критический, то:
  - отключает управление рулём высоты со стороны пилота – авиамоделиста и принимает управление на себя;
  - поворачивает руль высоты на подъём;
- г) если модель набрала высоту, то:
  - поворачивает руль высоты на горизонтальный полёт;
  - возвращает управление рулём высоты пилоту – авиамоделисту.

Вышеназванные законы, принципы, приёмы, стандарты ТРИЗ выполнены следующим образом:

- а) закон повышения динамичности и управляемости: авиамодель стала более управляемой;
- б) закон развёртывания-свёртывания (в части развёртывания): у авиамодели создана новая дополнительная полезная функция – автоматическое спасение, за счёт ведения нового элемента – системы автоматического управления;
- в) закон вытеснения человека из технической системы: во время начала падения и выравнивания полёта авиамодели начинающий пилот – авиамоделист «вытеснен» из системы «пилот – авиамодель»;
- г) принцип № 11 – «заранее подложенной подушки»: относительно низкая надёжность системы «начинающий пилот – авиамодель» компенсируется «заранее подложенной» системой автоматического управления;

д) принцип № 23 – «обратной связи»: в системе автоматического управления осуществляется обратная связь по параметрам «угол наклона» и «высота»;

е) принцип № 25 – «самообслуживания»: с момента начала падения и до выравнивания полёта авиамодель «обслуживает себя сама»;

ж) принцип № 28 – «замены механической схемы»: механическое управление авиамоделью пилотом при нормальном полёте заменяется на электронное управление с момента начала падения и до выравнивания полёта;

з) приём разнесения во времени: во время нормального полёта авиамодель управляется пилотом, а во время с момента начала падения и до выравнивания – автоматической системой;

и) стандарт 2.1.2. Переход к двойному веполю (рис. 4):

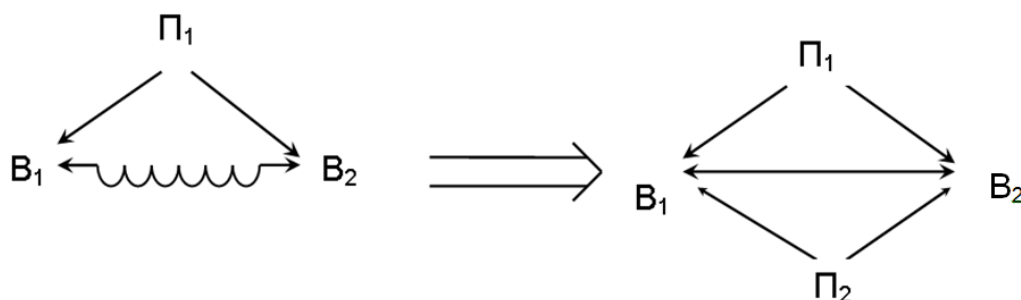


Рис. 4. Стандарт 1.1.3. Переход к двойному веполю

На рис. 3 слева – вепольная структура системы «пилот – обычная современная авиамодель».  $V_1$  – вещество «пилот»,  $V_2$  – вещество «авиамодель»,  $\Pi_1$  – поле механического управления. Между  $V_1$  и  $V_2$  – вредная связь (показана волнистой линией) «аварийность».

Справа – вепольная структура системы «пилот – усовершенствованная авиамодель». Добавлено  $\Pi_2$  – поле автоматического управления.

В результате вредная связь «аварийность» между  $V_1$  и  $V_2$  устранена, а вместо неё образовалось полезная связь (показана прямой линией) «безаварийность».

к) стандарт 3.1.1. Переход к бисистемам и полисистемам (в части бисистемы):

Этот стандарт относится к 3-му классу стандартов ТРИЗ, которые не используют вепольные модели. Его формулировка: «Эффективность системы на любом этапе развития может быть повышена системным переходом 1-а: с объединением системы с другой системой (или системами) в более сложную бисистему или полисистему» [1]. В усовершенствованной авиамодели система «обычная авиамодель» объединена с системой автоматического управления.

22. Законы существования систем (ЗСС) в усовершенствованной авиамодели выполняются следующим образом:

а) 1-й закон – закон полноты и хотя бы минимальной работоспособности частей системы.

В результате введения в усовершенствованную авиамодель системы автоматического управления достигнута полнота частей, обеспечивающая низкую аварийность.

б) 2-й закон – закон согласования:

В обычной современной авиамодели все элементы исходно согласованы между собой. К ней добавлена система автоматического управления, согласование которой с остальной частью модели может быть без затруднений достигнуто подбором электрических и механических параметров.

в) 3-й закон – закон сквозного прохождения энергии и информации через систему.

При нормальном полёте энергия поворота руля высоты и информация о величине угла поворота совместно передаются от руки пилота – авиамоделиста через корды, качалку, тягу и кабанчик к рулю.

Возможен вариант усовершенствованной авиамодели, в котором автоматическая система управляет рулём постоянно, но в режиме нормального полёта повторяет управляющие воздействия пилота –

авиамоделю. В этом случае от пилота – авиамоделю требуется только передача к рулю информации, которая происходит через тракт: корды – качалка – система автоматического управления (датчик поворота качалки – микроконтроллер – электродвигатель) – тяга – кабанчик. Энергия поворота руля передаётся через тракт: аккумулятор – электродвигатель – тяга – кабанчик.

С момента начала падения и до выравнивания полёта энергия и информация от пилота – авиамоделю являются вредными. Полезная энергия проходит по вышеназванному тракту, а полезная информация по тракту: система автоматического управления (датчики угла наклона и высоты – микроконтроллер – электродвигатель) – тяга – кабанчик.

Таким образом, во всех вариантах исполнения системы автоматического управления и во всех режимах полёта выполняется закон сквозного прохождения информации. Закон сквозного прохождения энергии выполняется, когда это необходимо, во всей системе «пилот – авиамодель» либо внутри авиамодели.

Необходимо отметить, что:

а) Применение ТРИЗ меняет последовательность этапов концептуальной стадии фазы проектирования. Выявление противоречия производится после формулирования проблемы и определения проблематики.

б) Если бы создание идеи описанного решения было единственной целью ученического проекта и не было бы учебной цели, то достаточно было бы применить какие-либо два – три из перечисленных «интеллектуальных инструментов» ТРИЗ. Остальные реализовались бы «автоматически»;

в) Реально создание ученического проекта на занятиях по программе «ТРИЗ» имело основной целью изучение названных «интеллектуальных инструментов» ТРИЗ, для их последующего применения в будущей профессиональной деятельности. Поэтому в ходе проектирования были рассмотрены все эти «интеллектуальные инструменты».

Вторая часть метода инновационных проектов – Изготовление макета  
На базе ЦДО «Интеллектуал+» была сформирована команда из трёх участников, занимающихся по программе «ТРИЗ».

При изготовлении изделия – усовершенствованной авиамодели – обучающимися выполнялись следующие функции:

Автор идеи изготавливал механическую часть.

2-й обучающийся составлял программу и изготавливал электронную часть.

3-й обучающийся делал экономическое обоснование эффективности вложений в создание электронной системы автоматического управления.

Механическая часть изготавливалась главным образом в авиамодельной лаборатории Центра профессионального самоопределения Советского района г. Красноярск. Детали крепления электронной схемы к корпусу авиамодели изготавливались в АНО «Кванториум». Программа для электронной схемы готовилась в СБОУДО ЦДО «Интеллектуал+». Сама электронная система предотвращения падений модели изготавливалась в студии Ардуино СФУ.

Таким образом, объединение ресурсов нескольких образовательных организаций позволило полностью реализовать проектную идею.

На первом этапе (2018/19 уч.г.) была изготовлена авиамодель, в которой руль высоты был разделён на две части, каждая из которых управлялась своей тягой: одна управлялась пилотом – авиамоделистом, а другая, в ситуации возможного падения, управлялась автоматической системой. Тогда проект занял 1-е место на зональном этапе и 3-е место на финальном этапе краевого форума «Научно-технический потенциал Сибири» в номинации «Техносалон».

На втором этапе (2019/20 уч.г.) была изготовлена более устойчивая в полёте авиамодель, в которой руль высоты не был разделён на две части, управлялся одной тягой. При этом автоматическая система управляет рулём постоянно, но в режиме нормального полёта повторяет управляющие

воздействия пилота – авиамоделиста, а с момента начала падения и до выравнивания полёта управляет по собственному алгоритму.

Расчёт экономии средств авиамodelьных лабораторий показал существенную экономическую эффективность затрат на систему автоматического управления, порядка 75%.

Проект авиамodelи был удостоен Диплома I-й степени на финальном этапе краевого форума «Научно-технический потенциал Сибири» в номинации «Техносалон» 2020 г. Весной 2021 г. проект был успешно представлен на Всероссийском форуме «Юность, наука, культура», где удостоен Диплома II-й степени, а автор идеи награждён путёвкой в МДЦ «Артек».

#### **4.2. Проект тренажёра для приютов животных**

Ученица 9 класса сельской школы Емельяновского района, живущая рядом с приютом для собак, неоднократно наблюдая за содержанием собак, обратила внимание на то, что им существенно не хватает двигательной активности. Собаки содержатся в вольерах малого размера, территория всего приюта также мала, а выводить собак на прогулки за пределы приюта невозможно по санитарным и другим правилам. Основная причина этого – недостаточное финансирование: как за счёт государства, так и за счёт пожертвований. В том числе, известны беговые дорожки для собак и других животных, но они дороги.

При информационном поиске в интернете оказалось, что за границей (в том числе в США) применяется конструкция «Беговое колесо для собак». Это – конструкция, подобная «Белке в колесе», но большего размера, в зависимости от размеров собак. За рубежом они стоят дорого, но их возможно изготовить вручную.

В то же время, расчёты показали, что без дополнительного финансирования невозможно даже названным путём изготовить достаточное количество таких тренажёров.

Решение было найдено по одному из законов развития систем – «Переход в бисистему». Было принято решение придать «колесу для собак» вторую полезную функцию – создание зрительных световых эффектов, привлекающих зрителей, в том числе финансово обеспеченных, которые могли бы быть спонсорами. При этом было важно, чтобы световые эффекты («бегущие огни» и т.п.) происходили в такт с вращением колеса.

С использованием фонда физических эффектов, входящего в состав ТРИЗ, была создана идея генерации электрических импульсов, управляющих «бегущими огнями», за счёт трибоэлектрического эффекта – накопления электрических зарядов при трении определённых секторов поверхности внешней стороны колеса о неподвижные диэлектрические пластины. При этом диэлектрики, нанесённые на поверхность колеса, и диэлектрики, из которых изготовлены пластины, должны быть в разных концах диэлектрического ряда, чтобы на них накапливался максимальный заряд. Между диэлектрическими секторами расположены пластины из проводников, через которые разряжаются диэлектрики. Токи разряда управляют световыми эффектами. При этом частота возникновения световых эффектов оказывается прямо связана со скоростью вращения колеса.

Такие тренажёры можно ставить как у границ приюта, так и на массовых мероприятиях. Они могут применяться не только для собак, но и для других животных.

Названное решение было признано потенциально патентоспособных. Поэтому на кафедре ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии», где автором диссертации был разработан метод инновационных проектов, было принято решение подать заявку на изобретение. Для получения средств была подана заявка на грант, и получен грант Краевого фонда науки по конкурсу



юных техников – изобретателей 2022 г. На средства грата подана заявка на изобретение. Ведётся патентная переписка.

#### **4.3. Проект экологически безопасного танкера**

Этот проект относится к перспективным. Его можно реализовать только после глубокой конструкторской проработки и серьёзных инвестиций. Однако принцип работы, благодаря применению ТРИЗ, может найти обучающийся, получающий среднее общее образование. Такое решение служит ему мотивацией для поступления на соответствующие направление и специальность университета, чтобы продолжить разработку своего решения путём инженерных расчётов.

Тема проекта была выбрана также и потому, что она соответствует важной мировой и отечественной тематике устойчивого развития.

Известно, что перевозка нефти и других жидких грузов тем экономичнее, чем больше водоизмещение танкера. При увеличении веса перевозимого груза поперечное сечение танкера, а значит, и сопротивление воды движению растёт пропорционально корню квадратному из веса. Однако размеры больших танкеров (на 500 и более тонн) не согласованы с размерами волн при сильных штормах. Поэтому корпуса танкеров могут изнашиваться при штормах, разрушаться и вызывать разливы нефти. В настоящее время практически исключены попадания танкеров на рифы, благодаря системам спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS. Необходимо устранить и названную причину.

При анализе задачи оказалось, что достаточно применить принцип ТРИЗ № 1 устранения технических противоречий – принцип дробления. Он уже давно применяется в судостроении для обеспечения плавучести судна – путём разделения на отсеки. Было предложено углубить разделение и составлять танкер из независимых частей, соединённых между собой поворачивающимися в вертикальной плоскости шарнирами.

Конструкция танкера показана в приложении Г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача раннего развития у обучающихся в общеобразовательных школах креативного мышления на основе современной высокоэффективной отечественной методологии ТРИЗ в современных условиях очень актуальна. Для быстрого и эффективного импортозамещения высокотехнологичной продукции необходимо интенсивно создавать инновационные решения, а значит, опережать крупнейшие транснациональные корпорации в применении методов генерации таких решений, наиболее эффективным из которых в мире признана ТРИЗ.

В экономике известны позиция догоняющего и позиция опережающего развития. Национальные цели России однозначно определяют позицию опережающего развития. В современных условиях достижение опережающего развития возможно только за счёт инноваций. Следовательно, задача образования – подготовка достаточного количества людей, обладающих сильным инновационным мышлением.

Учитывая ситуацию с применением и обучением ТРИЗ в технологически развитых странах, можно сделать следующий вывод:

Позицию опережающего развития может обеспечить начало изучения ТРИЗ в общеобразовательной школе, когда у обучающихся ещё не успели сформироваться стойкие стереотипы мышления, и обучение в достаточном объёме, в интеграции с другими предметами, с научно-техническим творчеством и проектной деятельностью.

По проведённой работе можно сделать выводы:

*В первой главе* изучены сущность теории решения изобретательских задач, как конструктивного продолжения философской науки о развитии диалектики, устанавливающего, что создание инновационных решений – это качественные скачки в развитии антропогенных систем, происходящие путём преодоления противоречий развития. ТРИЗ содержит конкретные

конструктивные механизмы преодоления противоречий и поэтому позволяет существенно ускорить процесс создания инновационных решений. Изучены история и базовые принципы ТРИЗ-педагогика, интегрирующей изучение ТРИЗ с различными предметами, а также с научно-техническим творчеством и проектной деятельностью обучающихся. В особенности рассмотрен метод инновационных проектов, позволяющий эффективно внедрять ТРИЗ в научно-техническое творчество и проектную деятельность.

*Во второй главе* рассмотрены история и современное состояние научно-технического творчества обучающихся, в котором происходят существенные изменения главным образом путём организационных мер: формирования и развития различных проектов, программ и движений, а также путём улучшения материального оснащения, и ставится задача развития методологии. Показана важность применения методологии ТРИЗ. Определены требования по развитию системы ТРИЗ-педагогика, интегрирующей изучение ТРИЗ с различными предметами. В числе этих требований – повышение эффективности и массовости применения ТРИЗ в научно-техническом творчестве и проектной деятельности обучающихся.

*В третьей главе* рассмотрены пути выполнения требований к системе ТРИЗ-педагогика для того, чтобы ТРИЗ-педагогика выступила в качестве ресурса развития научно-технического творчества обучающихся. Описан авторский метод инновационных проектов, реализующий первую часть гипотезы магистерской диссертации: двойное и групповое руководство научно-техническим творчеством обучающихся. Показана авторская разработка, выполненная во время обучения в магистратуре – вторая часть метода инновационных проектов, реализующая вторую часть гипотезы магистерской диссертации: объединение интеллектуальных и материальных ресурсов различных образовательных организаций. Описаны авторские разработки мероприятий, реализующих метод инновационных проектов, в том числе проект «Школьная лаборатория 4.0», созданный в сотрудничестве

с Всероссийским оргкомитетом Фестиваля «Наука 0+» и Президентским лицеем «Сириус» и заявленный в план Десятилетия науки и технологий России.

*В четвёртой главе* рассмотрен опыт диссертанта по работе методом инновационных проектов на примерах создания проектов обучающимися. В том числе, полный цикл от создания инновационного проекта до представления образца на конкурсах и призового места в России; полный цикл от создания идеи до получения гранта и подачи заявки на изобретение. Этот опыт на практике подтвердил правильность выдвинутой диссертантом гипотезы.

Представленные в магистерской диссертации материалы позволяют организовывать различные массовые мероприятия творческого характера и могут стать основой для создания методических материалов для педагогов.

Практическая значимость исследования состоит в том, что его результаты позволяют организовывать научно-техническое творчество обучаемых на современном методологическом уровне, а также, в порядке маркетинга, выходить с предложениями в корпорации, финансирующие специализированные классы, в Федеральные и региональные программы по развитию научно-технического творчества обучаемых. Уже начата работа с Оргкомитетом Фестиваля «Наука 0+», подана заявка в Оргкомитет Десятилетия науки и технологий в России, разработка публикуется в онлайн-журнале «Кружковое движение», представлена руководству Научно-образовательного центра мирового уровня «Енисейская Сибирь».

Проведенное исследование. в том числе опыт работы автора с обучающимися как в общеобразовательных школах г. Красноярск и Красноярского края, так и на территории креативного развития детей и молодежи «Сириус» подтвердило выдвинутую гипотезу о том, что ТРИЗ-педагогика выступит ресурсом развития научно-технического творчества

обучающихся общеобразовательной школы, если в будут созданы следующие организационно-педагогические условия:

- применение метода инновационных проектов;
- обеспечение недирективной поддержки развития научно-технического творчества обучающихся.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтшуллер, Г. С. Найти идею / Г. С. Альтшуллер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2015. – 404 с.
2. 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.
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.
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 организация интеллектуальной собственности (WIPO). Что такое интеллектуальная собственность. Публикация ВОИС No. 450(R) – URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/intproperty/450/wipo\\_pub\\_450.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/intproperty/450/wipo_pub_450.pdf)
5. Всемирный банк отвёл России 100 лет на развитие человеческого капитала. [Электронный ресурс]. – URL <https://www.rbc.ru/economics/04/12/2019/5de76fa19a79476a1ebb8bec>
6. Всемирный банк: российское образование не развивает креативность. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.finmarket.ru/main/article/3393806>.
7. Гин А.А., Баркан М. Фактор успеха. Учим нестандартно мыслить. – М.: Вита-Пресс. 2021. – 80 с.
8. Гин А.А. Нас ждут серьезные изменения в системе образования – URL: <https://trizway.com/art/form/funkcii-obrazovania.html>.
9. Гин А.А. ТРИЗ-педагогика. – М.: Лит-Рес, 2015. – 110 с.

10. Гин А.А. ТРИЗ-педагогика. Учим креативно мыслить. – М. Вита-Пресс, 2018. – 96 с.
11. Гин А.А. Что такое ТРИЗ-педагогика. – URL: <https://trizway.com/info/triz-pedagogy.html>.
12. Глава 11. Инновации, инженерные компетенции и инструменты партнерства – ключевые компоненты регионального развития / О.Н. Владимирова, Л.А. Оборин, В.В. Прохоров // Управление развитием. Методология регионального стратегирования / под науч. ред. В.И. Сарченко, Л.А. Оборина. – Красноярск: ИПК СФУ, 2018. – С. 511-594.
13. 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](http://vpk.name/news/124611_izobretayushee_obrazovanie.html).
14. Инновационное образование. Обучение в процессе создания новых знаний / Т. В. Погребная, А. В. Козлов, О. В. Сидоркина. – Красноярск: ККИПКиППРО, 2008. – 157 с.
15. Кафедра ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» Сибирского федерального университета. Технология образования в интересах устойчивого развития. – Вестник ЮНЕСКО. – 2013. – № 16., с. 162 – 165.
16. Козлов А.В. Мышление инженерного спецназа. Отечественные технологии формирования // Инженерное образование. 2016. - № 19. – С 15-20.
17. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года. – URL: <http://static.government.ru/media/files/3fIgkk1AJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>
18. Креативный мир. – URL: <https://www.trizland.ru>.
19. Кружки 2.0. Научно-технические кружки в экосистеме практик будущего // А. Федосеев, А. Андрюшков, Ю. Молодых, М. Рачинская, А. Коноваленко. – М.: Ассоциация кружков. 2018. – URL: <http://kruzhok.org/storage/app/media/nauchno-tekhnologicheskie-kruzhki-v->

ekosisteme-praktik-budushchego.pdf?fbclid=IwAR1FskdxYNc9aTahGv-p8Z-KYS\_oAAONv6KtCEAwc-C7OUmhtn7HqXRKCHQ.

20. Метапрофессия «Иноватор» и практики мышления / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Кржковое движение: онлайн-журнал – URL: <https://journal.kruzhok.org/tech/tpost/73ecaf2jz1-metaprofessiya-innovator-i-praktiki-mish>.

21. Метапрофессия «Иноватор» – основа успешной социализации в инновационной среде / О.В. Сидоркина, Т.В. Погребная, А.В. Козлов // Материалы XI Международной научной конференции «Образование и социализация личности в современном обществе», г. Красноярск, КГПУ им. В.П. Астафьева, 05–07 июня 2018 г.

22. Методологическое обеспечение «Новой политехнической школы». [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.sf-kras.ru/proekt/12\\_2017\\_rgnf\\_lepeshev/](http://www.sf-kras.ru/proekt/12_2017_rgnf_lepeshev/)

23. Методы изобретения знаний и инновационных проектов на основе ТРИЗ / Т. В. Погребная, А. В. Козлов, О. В. Сидоркина. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – 180 с.

24. Мозговой штурм: определение, основные правила и методы. – URL: <https://www.atlassian.com/ru/work-management/project-collaboration/brainstorming>.

25. Морфологический анализ – креативный метод // Е. Вагнер. Креативный мозг. – URL: <https://kreamozg.ru/articles/morfologicheskii-analiz.html>.

26. Об уровневой структуре креативного класса / А.В. Козлов, О.В. Сидоркина, Т.В. Погребная // Инженерное образование. 2015. № 18. – С. 34 – 39.

27. ОУР в Ассоциированных школах ЮНЕСКО. Дидактика устойчивого развития / А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина – Вестник ЮНЕСКО. – 2013. – № 18., с. 228 – 237



28. Официальный фонд Г.С. Альтшуллера – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.altshuller.ru>.

29. Ощепков А.А., Репин А.О. STEM-технология как средство развития творческой деятельности обучающихся // Проблемы современного педагогического образования. 2019. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stem-tehnologiya-kak-sredstvo-razvitiya-tvorcheskoy-deyatelnosti-obuchayuschih-sya/viewer>

30. 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.

31. Подлесный С.А., Козлов А.В. CDIO: Цели и средства достижения // Инженерное образование. 2014. № 16. – С. 8 – 12.

32. Правила вида спорта «Авиамодельный спорт». Утверждены приказом Минспорта России 1 февраля 2018 г. N 74.

33. Российский рынок EdTech в дополнительном профессиональном и дополнительном образовании взрослых [Электронный ресурс]. URL: <https://academia.interfax.ru/ru/analytics/research/4257/>

34. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. - М.: Народное образование, 2019.

35. Сидоркина О.В., Погребная Т.В. CDIO в непрерывной подготовке школа-вуз: этап “Conceive” в довузовской подготовке. // Инженерное образование. – 2014 - № 16. – с. 47 – 53. – URL: [https://aeer.ru/files/io/m16/art\\_5.pdf](https://aeer.ru/files/io/m16/art_5.pdf).

36. Синектика – метод групповой генерации идей – URL: <https://basicdecor.ru/blog/post/sc-sinektika>.

37. 150 творческих задач о том, что нас окружает / А.А. Гин, И. Ю. Андржеевская. – М.: Вита-Пресс, 2010. – 216 с.

38. Титов С.В. Основные положения и перспективы развития концепции «Университет 4.0» // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 6 (84). Ч. 2. С. 66 – 70.

39. ТРИЗ в университетах / Международная Ассоциация теории решения изобретательских задач (МАТРИЗ) [Электронный ресурс] – URL: <https://matriz.info/ресурсы/триз-в-университетах/>

40. 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>.

41. «Университет 4.0» для ракетно-космической отрасли: метаспециальность «Инноватор» / А.А. Лепешев, В.А. Курешов, А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Решетневские чтения. Материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти акад. М.Ф. Решетнева (11-15 ноября 2019 г., г. Красноярск). В 2-х частях. / Под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева – Красноярск, 2019. – Ч. 2. – С. 688–690 – [Электронное издание] – URL: <https://disk.sibsau.ru/index.php/s/L9sHGIDFLhGZbCх>.

42. Шваб К. Четвёртая промышленная революция . – М.: Эксмо, 2016. – 278 с.

43. Школьная экономика в парадигме изобретающего образования / А.А. Лепешев, В.В. Куимов, Д.А. Толстой, А.В. Козлов, Т.В. Погребная, О.В. Сидоркина // Наука Красноярья. 2017. № 3. С. 152–174.

44. Шовхалов Ш.А., Матвеева А.С., Проблемы бухгалтерского учета объектов интеллектуальной собственности // Проспект Свободный-2016: Электронный сб. материалов Междунар. конф. 15-25 апреля 2016 г. Красноярск, СФУ, 2016, С. 42-45 [Электронный ресурс]. URL: [http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/21541/napravleniya\\_sovremennogo\\_razvitiya\\_nauki\\_v\\_oblasti\\_buhgalterskogo\\_ucheta\\_i\\_finansov\\_magistranty\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=43](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/21541/napravleniya_sovremennogo_razvitiya_nauki_v_oblasti_buhgalterskogo_ucheta_i_finansov_magistranty_.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=43).

45. Altshuller G.S. Creativity as an Exact Science (The Theory of the Solution of Inventive Problems) [Text] – Gordon and Breach science publishers – New York, London, Paris, Montreux, Tokyo, 1984.

46. Development of creativity in engineering education using TRIZ [Text]/ A.A. Lipeshev, S.A. Podlesnyi, T.V. Pogrebnaya, A.V. Kozlov, O.V. Sidorkina // IEEE conference publications. Interdisciplinary Engineering Design Education Conference (IEDEC), 3rd, Santa Clara, USA, 2013, P 6 – 9.

47. Formation of project environmental thinking in the training of engineers / A A Lipeshev, Y Y Loginov, V V Kuimov, D A Tolstoy, A V Kozlov, T V Pogrebnaya and O V Sidorkina // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 822 (2020).

48. Invention of knowledge in TRIZ-based education [Text] / T.V. Pogrebnaya, A.V. Kozlov, O.V. Sidorkina // IEEE conference publications. Global Engineering Education Conference (EDUCON), Berlin, Germany, 2013, P. 959 – 964.

49. Pogrebnaya, T.V. Innovative Projects Method Application in Engineering Education / T.V. Pogrebnaya, A.V. Kozlov, V.V. Kuimov, O.V. Sidorkina // Proceedings of 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF), 13-16 November 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, P. 574 – 579.

50. Shaughnessy, H. What Makes Samsung Such An Innovative Company? / Haydn Shaughnessy – URL: <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/#5d79d2af2ad7>,

51. Yusuf Sh. From Creativity to Innovation. – Washington, World Bank Policy Research Working Paper, 2007. – 18 c.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### СХЕМА МЕТОДА ИЗОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ

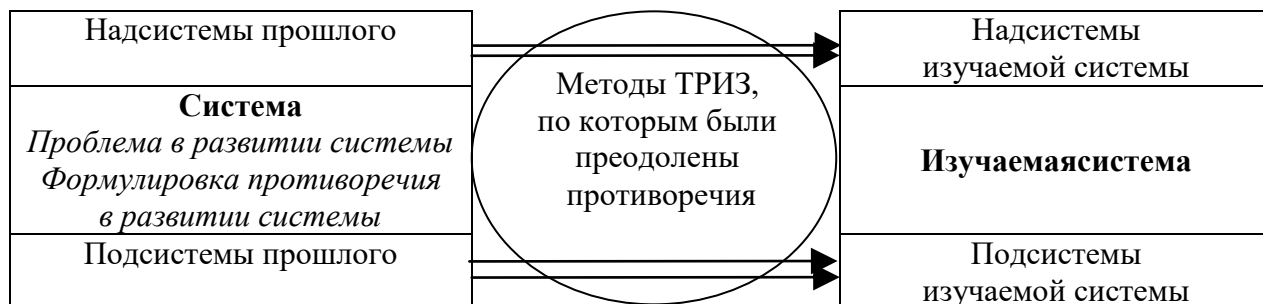


СХЕМА МЕТОДА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ. ЧАСТЬ 1

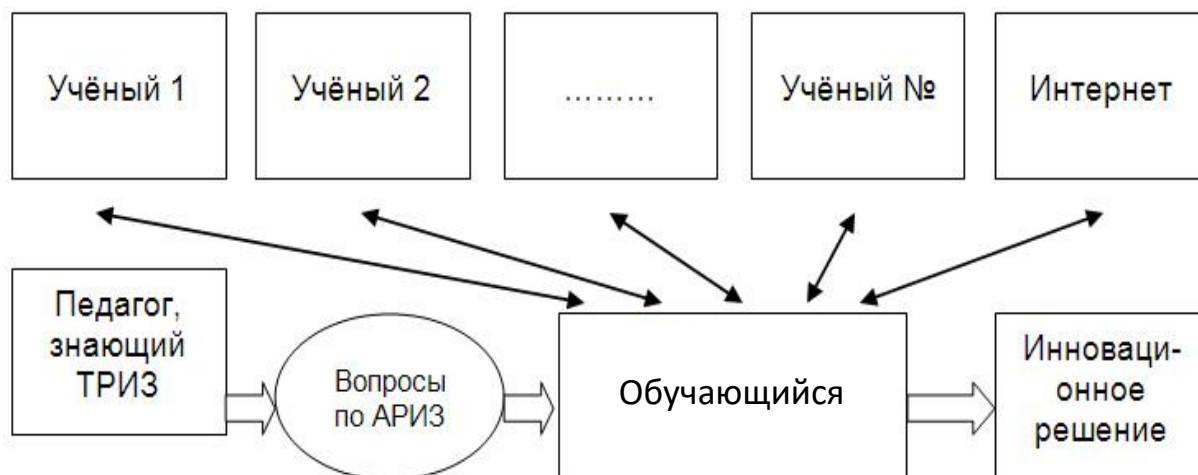
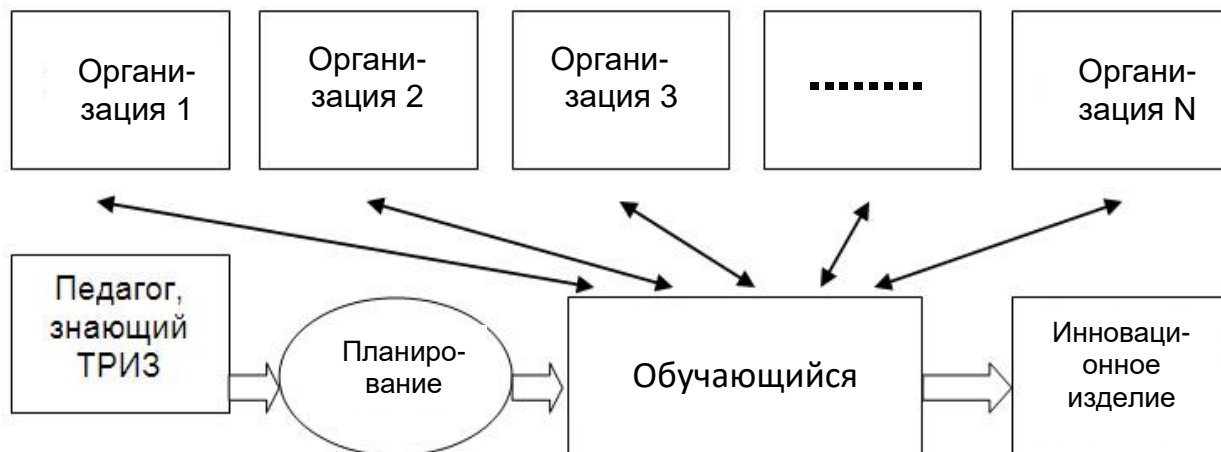
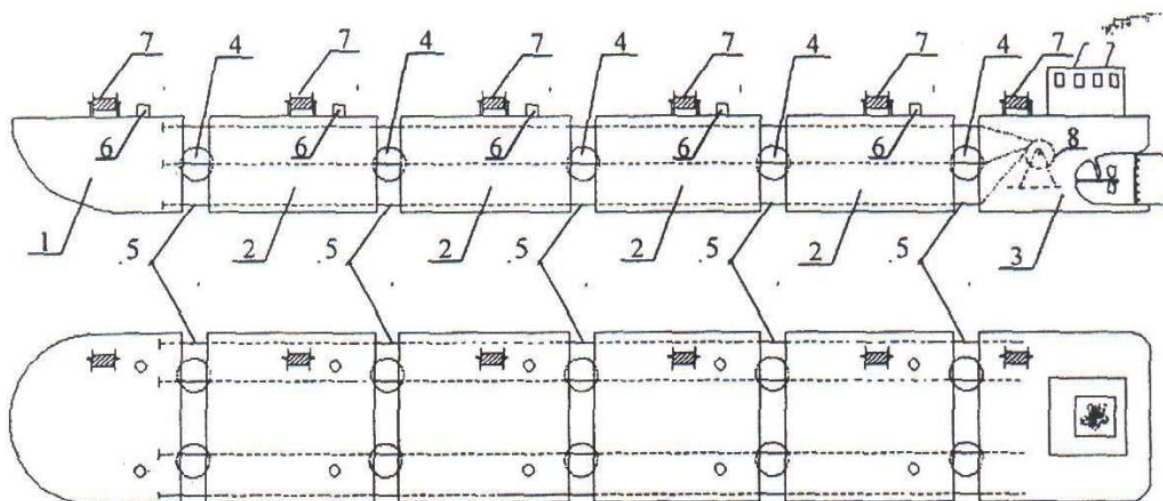


СХЕМА МЕТОДА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ. ЧАСТЬ 2



КОНСТРУКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ТАНКЕРА



- 1 – носовая часть.
- 2 – отсеки, размеры которых согласованы с размерами волн
- 3 – кормовая часть с двигательной установкой (модуль - толкач)
- 4 - шарнирные соединения
- 5 –тросы
- 7 – швартовые устройства
- 8 – лебёдочный механизм