

Изобретательская деятельность в вузе: особенности и возможности активизации

Inventive activity at the university: specific features and ways of intensifying

Авторы статьи

Исаев Александр Петрович,
доктор экономических наук, профессор кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Российская Федерация
ap_isaev@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9539-5011

Фомин Никита Игоревич,
кандидат технических наук, директор Института строительства и архитектуры, заведующий кафедрой промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Российская Федерация
ni.fomin@urfu.ru
ORCID: 0000-0002-7095-7161

Authors of the article

Alexander P. Isaev,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Energy and Industrial Management Systems, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation
ap_isaev@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9539-5011

Nikita I. Fomin,
Candidate of Engineering Sciences, Head of the Institute of Civil Engineering and Architecture, Head of the Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation
ni.fomin@urfu.ru
ORCID: 0000-0002-7095-7161

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Исаев А. П., Фомин Н. И. Изобретательская деятельность в вузе: особенности и возможности активизации // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 07. – С. 136–154. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241110.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11110

For citation

A. P. Isaev, N. I. Fomin, Inventive activity at the university: specific features and ways of intensifying // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2024. – No. 07. – P. 136–154. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241110.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11110

Поступила в редакцию <i>Received</i>	08.05.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	10.06.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	10.06.24	Опубликована <i>Published</i>	31.07.24



Аннотация

Актуальность исследования объясняется обострением необходимости активизации инновационной деятельности университетов для решения задач технологического развития страны, основой которой является инженерное изобретательство. Цель статьи – изучение особенностей инженерной изобретательской деятельности, сложившейся в настоящее время в вузовской практике, и выявление возможностей ее интенсивного развития. В исследовании использовались методы изучения информационных источников, контент-анализа, экспертных оценок, письменного опроса, устной беседы, статистического и системного анализа. Основные эмпирические данные получены в ходе опроса и контент-анализа интервью экспертов, которыми являлись опытные вузовские изобретатели, имеющие большое количество патентов и авторских свидетельств. В статье рассмотрены наиболее известные концепции и модели изобретательской деятельности. На основе полученных эмпирических данных построена модель изобретательской деятельности современных вузовских специалистов. Сравнительный анализ данной модели и известного алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) Г. С. Альтшуллера позволил определить особенности структуры и содержания изобретательской деятельности вузовских сотрудников (преподавателей и исследователей), а также ее ограничения. Научная новизна статьи заключается в определении специфики и недостатков вузовской изобретательской деятельности и выявлении возможностей повышения ее активности и результативности. Обоснована и подтверждена гипотеза о том, что существует разрыв между концептуально-методическими достижениями в области изобретательского творчества и инструментально-методическим арсеналом, используемым вузовскими изобретателями. Результаты исследования позволяют сделать вывод о наличии потенциала совершенствования вузовской изобретательской деятельности, который можно реализовать за счет обогащения инструментально-методического арсенала, расширения и усиления спектра мотивирующих факторов, а также создания специальных механизмов и сервисов активного вовлечения молодых и зрелых исследователей в изобретательский процесс.

Ключевые слова

изобретательская деятельность, модель вузовского изобретательства, алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ), экспертные оценки, мотивы изобретательской деятельности, вовлечение в изобретательский процесс

Благодарности

Авторы выражают благодарность А. В. Коротичу, доктору архитектуры, доктору искусствоведения, доктору технических наук, заслуженному изобретателю РФ, профессору кафедры архитектуры ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет», за методическую поддержку в исследовании процессов изобретательства.

Abstract

The relevance of the research is explained by the urgent need to intensify the universities' innovative activity to solve the problems of the country technological development, the basis of which is the development of inventions in engineering field. The purpose of the article is to examine the characteristics of engineering inventive activity that currently exists in university practice and to identify the potentials for its intensive development. The research used methods of studying information sources, content analysis, expert assessments, written survey, interview, statistical and system analysis. The main empirical data were obtained during a survey and content analysis of interviews with experts, who were experienced university inventors and had a large number of patents and certificates of authorship. The article discusses the well-known concepts and models of inventive activity. Based on the obtained empirical data, the authors built a model of inventive activity for modern university specialists. Comparative analysis of this model and the well-known algorithm for solving inventive problems (ARIZ) by G. S. Altshuller made it possible to determine the characteristics of the structure and content of the inventive activity of university staff (teachers and researchers), as well as its limitations. The scientific novelty of the work lies in determining the specific features and disadvantages of university inventive activity and identifying opportunities to increase its activity and effectiveness. The hypothesis is substantiated and confirmed that there is a gap between conceptual and methodological achievements in the field of inventive creativity and the instrumental and methodological arsenal used by university inventors. The results of the research allow us to conclude that there is a potential for improving university inventive activity, which can be realized by enriching the instrumental and methodological arsenal, expanding and strengthening the range of motivating factors, as well as creating special mechanisms and services for the active involvement of young and experienced researchers in the inventive process.

Key words

inventive activity, model of university inventive activity, algorithm of solving inventive problems (ARIZ), expert assessments, motives of inventive activity, involvement in the inventive process

Acknowledgements

The authors express their gratitude to A. V. Korotich, Doctor of Architecture, Doctor of Art History, Doctor of Engineering Sciences, Honored Inventor of the Russian Federation, Professor of the Department of Architecture at the Ural Federal University, for methodological support in the study of inventive processes.

Введение / Introduction

В решении современных проблем ускоренной технологической модернизации и создания прорывных технологий изобретательские способности инженеров становятся главным инструментом достижения высоких результатов. Высшая школа обладает значительным потенциалом инженерной мысли, который используется не

только в исследовательской работе и подготовке кадров, но также в разработке новых технических идей и изобретательских решений, непосредственно влияющих на развитие технологий.

Изобретательская деятельность (далее – ИД) – это творческий процесс, направленный на воплощение полученных научных и, как правило, профессионально-отраслевых знаний в объекты интеллектуальной собственности, имеющие в настоящее время правовую охрану: патент (изобретение, полезная модель, промышленный образец), свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Изобретение – это новое, нетривиальное техническое решение задачи, устраняющее недостатки известных решений и обеспечивающее технический результат. Поэтому изобретательская деятельность является основой инновационного процесса. Но ее главный смысл заключается в том, что инженерное изобретательство (творчество) позволяет решать сложные технические задачи, итогом которых становится появление «новых средств производства» [1] и новшеств, обогащающих инженерию.

Согласно ежегодному отчету Роспатента, за 2022 год было подано всего 26 924 заявки на изобретения (в т. ч. иностранные заявки), при этом общее количество заявок уже три года сокращалось (табл. 1) [2]. В 2023 году этот негативный процесс остановился, а количество российских заявок на изобретения даже заметно выросло, превысив показатель 2021 года, но еще существенно отстает от показателя 2020 года. При этом важно отметить, что 52% заявок на изобретения подано от вузов и НИИ, что составляет их рост на 9,5% к 2022 году [3].

Таблица 1

Количество заявок на изобретения и полезные модели в 2020–2023 годах

Виды заявок на изобретения и полезные модели	Количество заявок, шт.			
	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
Количество российских заявок на изобретения	23 759	19 569	18 970	20 623
Количество иностранных заявок на изобретение	11 225	11 408	7 954	6 069
Общее количество заявок на изобретение, поданное в ФИПС	34 984	30 977	26 924	26 692
Количество российских заявок на полезные модели	8 859	8 873	8 368	9 582
Количество иностранных заявок на полезные модели	336	206	153	160
Общее количество заявок на полезные модели, поданное в ФИПС	9 195	9 079	8 521	9 742
Итого (изобретения и полезные модели)	44 179	40 056	35 445	36 434

Тем не менее Россия пока заметно отстает от ряда стран по созданию технических новшеств, защищенных патентами. В 2022 году Китай по-прежнему занимает первое место по числу заявок на выдачу патента на изобретение с результатом 1 619 268 шт. США заняли второе место с 594 340 заявками, за ними следует Япония с 289 530, четвертое место заняла Южная Корея – 237 530 заявок. Россия замыкает десятку лидеров с 26 692 заявками [4].

В настоящее время существует также явное противоречие между необходимостью развития изобретательства и активностью исследований структуры, специфики и закономерностей этой деятельности. Большинство статей, которых в целом немного, посвящено правовым аспектам [5] и вопросам обучения изобретательству студентов [6]. Публикации исследований, посвященных анализу изобретательской деятельности: ее структуре, содержанию, методам, творческим механизмам, эффективности, весьма малочисленны.

Цель данного исследования состоит в определении потенциальных возможностей развития изобретательской активности в инженерных подразделениях российских вузов, благодаря чему высшая школа сможет увеличить свой вклад в технологическое развитие страны. Гипотеза: существуют разрывы между концептуально-методическими достижениями в области изобретательского творчества и инструментально-методическим арсеналом, используемым вузовскими изобретателями; между уровнем значимости изобретательской деятельности и организационными условиями вузовской среды ее осуществления.

Обзор литературы / Literature review

С самых первых исследований по изобретательству эта тема относилась к мультидисциплинарной области, о чем свидетельствуют первые концепции изобретательской деятельности (ИД). В подходах к изучению процесса изобретательства начала прошлого века отечественные исследователи описывали данный процесс в трех этапах (актах, по П. К. Энгельмейеру [7]: психологический, логический и инженерный; элементах, по А. М. Блоху [8] и Ф. Ю. Левинсон-Лессингу [9]: эмпирика, научная фантазия и эксперимент). «Трехакт Энгельмейера» – замысел, его развитие и реализация – в литературе относят к первой отечественной метамодели творчества [10].

С накоплением эмпирических данных описание процесса изобретательства расширялось. В 30-х годах практически независимо друг от друга советский и американский психологи разделили процесс изобретательства уже на семь этапов (табл. 2).

Таблица 2

Этапы изобретательской деятельности Дж. Россмана [11] и П. М. Якобсона [12]

Этапы, выделенные Дж. Россманом, 1931 год	Этапы, выделенные П. М. Якобсоном, 1934 год
1. Усмотрение потребности или какой-то трудности	1. Период интеллектуально-творческой готовности
2. Анализ потребности	2. Усмотрение потребности
3. Просмотр доступной информации	3. Зарождение идеи – формулировка задачи
4. Формулировка всех объективных решений	4. Стадия поисков решения
5. Критический анализ этих решений с точки зрения их достоинства и недостатков	5. Получение принципа изобретения
6. Рождение новой идеи – изобретение	6. Превращение принципа в схему
7. Экспериментирование для подтверждения наиболее обобщающего решения, отбор и усовершенствование конечного воплощения	7. Стадия технического оформления и развертывания изобретения (чертежи, модели, расчеты, проверка и т. д.)

Несмотря на определенное сходство, трактовка советского исследователя П. М. Якобсона, на наш взгляд, имеет более строгий характер, поскольку здесь появляются этапы, связанные с «задачей», а также трансформацией «принципа в схему». Эти элементы потом будут активно использоваться в разработке теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [13]. Кроме этого завершающий этап, по Якобсону, ориентирован на получение патентоспособного решения и его соответствующего оформления (фокусировка на новый технический результат), в то время как у Россмана изобретательство завершается только экспериментом.

Следующий этап исследований изобретательства связан с работой Г. С. Альтшуллера и Р. Б. Шапиро [14], в которой был кратко представлен первый алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ-56), названный М. А. Орловым «Трехактом

Альтшуллера – Шапиро», ставший «зачатком конструктивной теории систематического креативного творчества» [15]. Несмотря на малое количество этапов, алгоритм содержит важное понятие противоречия, а также критику традиционного пути решения творческих задач методом проб и ошибок. По мнению авторов алгоритма, решая задачу, изобретатель должен пройти три этапа:

1. Аналитический: выбрать задачу и определить противоречие, которое мешает ее решению обычными, уже известными путями.
2. Оперативный: устранить причину противоречия (внести изменения в часть системы).
3. Синтетический: привести другие части системы в соответствие с изменениями, оценить сделанное изобретение.

Данный алгоритм в течение 30 лет (с 1956 года – АРИЗ-56, до 1985 года – АРИЗ-85В) прошел несколько этапов развития и значительного усложнения, которые обеспечили существенное расширение спектра решаемых изобретательских задач, однако сделали его достаточно громоздким в практическом использовании [16].

Параллельно с развитием ТРИЗ и его ключевого методического элемента (АРИЗ) в СССР осуществлялись другие исследования процесса изобретательства, не связанные с поиском противоречий и их разрешений. По мнению Н. И. Середы, схема творческого труда изобретателя включала четыре этапа: постановка технической задачи; сбор и изучение материалов; поиски решения задачи; конструктивное или техническое решение задачи. На этапе решения задачи предлагалось использовать основные процессы мышления (аналогию, обобщение и др.) [17].

А. П. Соболев в процессе изобретательства рассматривал значительно больше этапов: «желание создавать новое, избрание объекта, определение целесообразности работать над избранным объектом, изучение существующих решений, поиск идеи для решения избранной темы – замысел идеи, экспериментирование – практическая проверка замысла, выявление недостатков, изменение первоначального решения, создание модели, формирование изобретения или рационализаторского предложения» [18]. Представления данных авторов были основаны на анализе собственной изобретательской деятельности. При этом оба автора считали, что изобретательское решение достигается преимущественно за счет применения метода проб и ошибок.

Один из немногих последователей Н. И. Середы и А. П. Соболева Ю. М. Чяпяле выделил 13 этапов изобретательской деятельности, основные из них: формулировка условий задачи; составление эскиза по условиям задачи; уяснение сути задачи; выражение желаний (аналог идеального конечного результата в ТРИЗ); исполнение желаний (генерирование вариантов изобретательских идей) [19]. Несмотря на определенную новизну некоторых этапов, эти модели изобретательства не получили развития в последующих исследованиях ИД, хотя содержали перспективные идеи и решения; в частности, Чяпяле предусматривал формулировку идеального результата, что методически важно для получения «сильного» изобретательского решения.

В зарубежных исследованиях процесс изобретательства рассматривался в достаточно обобщенных формулировках. Американский специалист в области инженерного проектирования и технических систем Дж. Диксон дал следующее описание процесса изобретательства: 1. Подготовка: накопление знаний и совершенствование мастерства, формулировка задачи. 2. Концентрация усилий: упорная работа с целью получить решение. 3. Передышка: период умственного отдыха, когда изобретатель

отвлекается от решаемой задачи. 4. Озарение: получение новой идеи или видоизменение уже известной, которая является искомым решением. 5. Доведение работы до конца: обобщение, оценка [20].

Английские изобретатели М. Тринг и Э. Лейтуэйт выделили следующие шаги в работе изобретателя: 1) выбор объекта изобретения; 2) формулировка изобретателем основных «правил игры»; 3) «момент вдохновения – творческий акт», открывающий путь новой идее; 4) «кристаллизация идеи» по принципу «метода последовательных приближений» [21].

В целом содержание основных этапов изобретательской деятельности в концепциях зарубежных авторов принципиально не отличается от отечественных не тризовских исследований того времени. Но в их моделях больше внимания уделяется методическим аспектам решения изобретательских задач: мозговому штурму, синектике, элементам морфологического анализа.

Отдельный интерес представляют современные исследования по изобретательству, которых, к сожалению, не так много. По мнению П. М. Мазуркина [22], процесс научно-технического творчества содержит пять стадий и тринадцать этапов: 1) предварительная стадия – четыре этапа; 2) изыскательская стадия – три этапа; 3) математическая стадия – три этапа; 4) аналитическая стадия – один этап; 5) информационно-внедренческая стадия – два этапа. Данная модель изобретательской деятельности предназначена для обучения студентов и школьников, что объясняет ее особенности.

Авторы книги об изобретательстве и патентовании В. И. Блинников, В. В. Дубровская, В. В. Сергиевский [23] считают, что существует стандартная методология работы над решением технических задач, которая включает пять этапов, содержащих двенадцать основных действий:

1. Подготовка: 1) выявление потребности, 2) поиск информации, 3) выбор темы.
2. Замысел: 1) анализ информации, 2) постановка задачи и 3) выбор средств ее решения.
3. Поиск решения: 1) генерирование, 2) апробация и 3) верификация идей.
4. Конкретизация решения: 1) его опытная проверка и 2) оформление.
5. Техническая реализация решения.

В качестве определенного обобщения результатов исследований и разработок в области изобретательства можно оперировать лаконичным определением современного американского специалиста по развитию креативных проектов Д. Бирсса, который использует простую аббревиатуру «П-О-И-С-К» (рис. 1), чтобы показать, какие этапы нужно пройти от желания генерировать эффективную идею до ее получения [24].

П	О	И	С	К
Понимание	Озарение	Идея	Совершенствование	Контрольная проверка

Рис. 1. Процесс генерирования идеи по Д. Бирссу

Анализ состава изобретательской деятельности позволяет сделать вывод о том, что выделяемые авторами этапы и составляющие их механизмы тесно связаны не только с концептуальным пониманием инженерного творчества, но и с опытом решения конкретных изобретательских задач, который заметно различается у многих авторов.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Для проверки гипотезы было проведено эмпирическое исследование задач, состава, этапности, особенностей и трудностей изобретательского процесса, характерного для университетов. На основе полученных данных была построена модель изобретательской деятельности, которая реально используется в вузовской инженерной практике, проведено ее сравнение с составом и содержанием алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) Г. С. Альтшуллера, в результате чего были выявлены различия между ними, их причины и возможности повышения ее активности и результативности.

В исследовании использовался междисциплинарный подход на стыках инженерии, психологии творчества, менеджмента и социологии. В данном подходе использовались: обзор документов, отчетных материалов и анализ информационных баз данных; изучение опыта изобретательской деятельности, в частности ТРИЗ, опубликованного в отечественных и зарубежных источниках [25–29]; анализ продуктов деятельности; методы экспертной оценки, письменного опроса, устной беседы с авторами изобретений, контент-анализа, индивидуальной и коллективной рефлексии изобретательского процесса, моделирования, статистического и структурно-логического анализа. В качестве экспертов выступали сотрудники инженерных кафедр двух университетов с большим опытом изобретательской деятельности, имеющие от 15 до 175 патентов и авторских свидетельств, а также авторы учебников по отраслевому изобретательству в области атомной энергии [30] и строительства [31].

При определении состава этапов, содержания и особенностей изобретательской деятельности (ИД), характерных для сотрудников инженерных подразделений вузов, использовались экспертные оценки двадцати одного вузовского изобретателя из двух университетов, представляющих пять инженерных областей (машиностроение, строительство, радиоэлектроника, химические технологии, энергетика), а также их сравнительный анализ с АРИЗ-1971 [32]. Для подготовки предложений по совершенствованию изобретательского процесса в вузе использовались методы изучения организационных документов, определяющих систему административного стимулирования и мотивирующих условий университетской среды, наблюдения, анализа кейсов, обобщения практического опыта вовлечения научных сотрудников в изобретательскую деятельность, включая авторские разработки соответствующих инструментов [33], а также метод концептуального проектирования.

Результаты исследования / Research results

Полученные данные эмпирического исследования позволили выделить основные этапы изобретательской деятельности и их составляющие, которые имеются в опыте инженерного творчества большинства опрошенных. Построенная модель изобретательской деятельности включает пять основных этапов и девятнадцать составляющих их шагов (их полный состав представлен в табл. 3):

1. Возникновение замысла изобретения на основе выявленной проблемной ситуации или в связи с появлением новых научных данных для решения известной задачи – 4 шага.
2. Формирование идеи создания изобретения для разрешения проблемной ситуации или решения известной задачи на основе новых знаний – 5 шагов.
3. Развитие и конкретизация идеи в виде авторского алгоритма решения задачи – 4 шага.

4. Детализация авторского алгоритма решения и проверка его реализуемости – 4 шага.

5. Составление формулы изобретения – 2 шага.

Содержание и последовательность этапов во многом совпадают с рядом рассмотренных выше моделей, более всего с теми, в которых в качестве первого этапа рассматривается формирование замысла изобретения (П. К. Энгельмейер, Дж. Россман, П. М. Якобсон, А. П. Соболев и В. И. Блинников, В. В. Дубровская, В. В. Сергиевский). Но в первых двух этапах имеются некоторые особенности. На первом этапе (возникновение замысла изобретения) присутствует шаг «оценка необходимости разрешения проблемной ситуации для решения актуальной производственной задачи». Наличия проблемной ситуации недостаточно для формирования замысла изобретения, необходима еще определенная мотивация и рациональная оценка соотношения ее значимости для актуальных целей и трудоемкости ее разрешения. При получении положительной оценки соотношения значимости производственной задачи и трудоемкости преодоления препятствия решение о разработке изобретения принимается при любой мотивации. При других оценках формирование замысла изобретения определяется внутренней мотивацией вузовского изобретателя.

На втором этапе (формирование идеи создания изобретения) большинство вузовских изобретателей используют шаг «проведение научного исследования, эксперимента». Они в своей ИД используют исследовательский подход. Из анализа других моделей изобретательского процесса, в том числе зарубежных авторов, видно, что данный этап является наиболее творческим с активным применением разнообразных методик и инструментов, но эксперименты (за исключением мысленных) и иные эмпирические методы исследования при формировании идеи разработки изобретения, как правило, не используются.

Для оценки полноты полученной модели деятельности вузовских изобретателей и потенциала ее совершенствования было проведено ее сравнение с определенным эталоном изобретательского процесса, в качестве которого был взят алгоритм решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллера и его последователей, относящийся к версии (модификации) 1971 года (АРИЗ-1971), который включает шесть этапов (частей) и 36 шагов. Выбор данного варианта сделан по следующим критериям: 1) АРИЗ-1971 содержит основные достижения Г. С. Альтшуллера и его последователей в понимании процесса изобретения, которые в более поздних версиях АРИЗ лишь детализировались (в некоторых частях менялась последовательность шагов); 2) алгоритм соответствует уровню сложности изобретательских задач вузовских изобретателей по сравнению с более поздними его версиями; 3) последовательность действий в алгоритме является логически понятной, не требующей углубленной подготовки в области ТРИЗ, и ее содержание имеет сходство с процессом создания патентоспособного решения. Таким образом, АРИЗ-71 содержит основные действия разработки изобретений и в то же время не перегружен деталями, имеющими значение лишь для узких специалистов и достаточно редких изобретательских задач.

Сравнительный анализ эмпирически выявленных этапов и шагов (действий) ИД сотрудников вузов и стадий (частей) и шагов АРИЗ-71 (см. табл. 3) позволил сделать ряд выводов.

Таблица 3

**Сравнение содержания изобретательской деятельности
сотрудников университетов и состава АРИЗ-1971 Г. С. Альтшуллера**

<i>Этапы и шаги ИД вузовских изобретателей</i>	<i>Стадии и шаги АРИЗ-1971 Г. С. Альтшуллера</i>
<p>1. Возникновение замысла изобретения на основе выявленной проблемной ситуации или в связи с появлением новых научных данных для решения известной задачи:</p> <p>1.1. Обнаружение несовершенства (ограничений) в технической системе в результате исследования.</p> <p>1.2. Оценка необходимости разрешения проблемной ситуации для решения актуальной производственной задачи.</p> <p>1.3. Определение цели разрешения проблемной ситуации</p> <p>1.4. Описание проблемной ситуации</p>	<p>1. Выбор задачи:</p> <p>1.1. Определить конечную цель решения задачи.</p> <p>1.2. Проверить обходной путь, попробовать решить более общую задачу.</p> <p>1.3. Определить, решение какой задачи целесообразнее – первоначальной или обходной.</p> <p>1.4. Определить требуемые количественные показатели.</p> <p>1.5. Внести в требуемые количественные показатели «поправку на время».</p> <p>1.6. Уточнить требования, вызванные конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретения</p>
<p>2. Формирование идеи создания изобретения для разрешения проблемной ситуации или решения известной задачи на основе новых знаний:</p> <p>2.1. Поиск знаний, идей, методик, относящихся к проблеме и объекту.</p> <p>2.2. Преобразование актуальной проблемы в задачу с конкретными условиями.</p> <p>2.3. Проведение научного исследования, эксперимента.</p> <p>2.4. Осознание возможности создать изобретение и постановка такой цели.</p> <p>2.5. Поиск известных решений (потенциальных прототипов и аналогов)</p>	<p>2. Уточнение условий задачи:</p> <p>2.1. Уточнить задачу, используя патентную литературу.</p> <p>2.2. Применить оператор РВС (размер, время, стоимость).</p> <p>2.3. Изложить условия задачи в двух фразах: а) дана система (указать элементы); б) элемент (указать) при условии (указать) дает нежелательный эффект (указать).</p> <p>2.4. Переписать элементы из шага 2.3а в виде таблицы: элементы, которые можно изменять, переделывать; элементы, которые трудно видоизменить.</p> <p>2.5. Выбрать из шага 2.4 такой элемент, который в наибольшей степени поддается изменению, переделке</p>
<p>3. Развитие и конкретизация идеи в виде авторского алгоритма решения задачи:</p> <p>3.1. Применение идеи и генерация предварительного решения задачи.</p> <p>3.2. Конкретизация параметров объекта, обеспечивающих результат изобретения.</p> <p>3.3. Сравнение авторского решения с известными.</p> <p>3.4. Уточнение решения и области его применения</p>	<p>3. Аналитическая стадия:</p> <p>3.1. Составить формулировку ИКР по форме: объект, что делает, как делает, когда делает, при каких условиях.</p> <p>3.2. Представить себе идеальный конечный результат (условный рисунок – было – стало).</p> <p>3.3. На рисунке «Стало» выделить ту часть, которая не может выполнить требуемого действия при требуемых условиях.</p> <p>3.4. Почему эта часть сама не может осуществлять требуемое действие?</p> <p>3.5. При каких условиях эта часть сможет осуществить требуемое действие (какими свойствами она должна обладать)?</p> <p>3.6. Что надо сделать, чтобы выделенная часть объекта приобрела свойства для требуемых действий?</p> <p>3.7. Сформулировать способ, который может быть практически осуществлен. Если таких способов несколько, обозначить их цифрами и проранжировать.</p> <p>3.8. Дать схему устройства для осуществления самого предпочтительного способа</p>

<p>4. Детализация авторского алгоритма решения и проверка его реализуемости:</p> <p>4.1. Анализ формулы прототипа.</p> <p>4.2. Формулировка отличительных признаков авторского решения.</p> <p>4.3. Разработка графических (схематических) моделей решения.</p> <p>4.4. Подготовка доказательной части реализуемости предложенного решения</p>	<p>4. Предварительная оценка найденной идеи:</p> <p>4.1. Что улучшается и что ухудшается при использовании предлагаемого устройства или способа?</p> <p>4.2. Можно ли видоизменением предлагаемого устройства или способа предотвратить это ухудшение? Нарисовать схему видоизмененного устройства или способа.</p> <p>4.3. В чем теперь ухудшение (что усложняется, удорожает и т. д.)?</p> <p>4.4. Сопоставить выигрыш и проигрыш: что больше? Почему?</p> <p>4.5. Если теперь выигрыш больше, перейти к синтетической части АРИЗ</p>
<p>5. Составление формулы изобретения:</p> <p>5.1. Алгоритмизация авторского решения изобретательской задачи.</p> <p>5.2. Проверка правильности написания формулы авторского решения</p>	<p>5. Оперативная стадия:</p> <p>5.1. В таблице устранения технических противоречий выбрать в вертикальной колонке показатель, который нужно улучшить.</p> <p>5.2. Как улучшить этот показатель? Использовать известные пути (если не считаться с проигрышем). Какой показатель недопустимо ухудшается, если использовать известные пути?</p> <p>5.3. Выбрать в горизонтальном ряду таблицы показатель, который недопустимо ухудшается.</p> <p>5.4. Определить по таблице приемы устранения технического противоречия (т. е. найти клетку на пересечении строки с показателем, который необходимо улучшить, и столбца с показателем, который ухудшается).</p> <p>5.5. Проверить применимость этих приемов. Если задача решена, вернуться к предварительной оценке и оценить найденную идею, а затем перейти к синтетической стадии АРИЗ. Если задача не решена, продолжать шаги этой стадии.</p> <p>5.6. Проверить возможность применения физических эффектов и явлений.</p> <p>5.7. Проверить возможность изменения во времени.</p> <p>5.8. Как решаются аналогичные задачи в природе?</p> <p>5.9. Проверить возможность изменения в объектах, работающих совместно с данным</p>
	<p>6. Синтетическая стадия:</p> <p>6.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.</p> <p>6.2. Проверить, может ли измененная система применяться по-новому.</p> <p>6.3. Использовать найденную техническую идею (или идею, обратную найденной) при решении других технических задач</p>

1. Количество этапов ИД вузовских изобретателей и частей (этапов) АРИЗ-71 (и его последующих модификаций) не совпадает; в АРИЗ этапов больше, и они более детализированы. Это объясняется разными подходами к решению изобретательской задачи. Сотрудники вузов сталкиваются с проблемной ситуацией и в процессе ее анализа, в соответствии с личной мотивацией могут прийти к постановке цели ее разрешения путем разработки изобретения. АРИЗ предполагает, что специалист, изначально приступив к решению задачи, ориентируется на изобретение. Первый этап ИД вузовских специалистов предшествует стадиям АРИЗ.

2. Второй этап ИД, направленный на формирование идеи создания изобретения для разрешения проблемной ситуации, включает широкий поиск необходимой информации, выполнение поисковых исследований (экспериментов), преобразование актуальной проблемы в задачу, а также поиск известных решений (потенциальных прототипов и аналогов). В АРИЗ эти действия представлены лишь частично – в информационном поиске предполагается лишь анализ патентной литературы, а исследовательская работа ограничивается только мысленными экспериментами по схеме РВС (мыслительный эксперимент по произвольному изменению в объекте: размера, времени выполнения анализируемого процесса, а также стоимости). В целом данный этап вузовских изобретателей частично соответствует отдельным шагам первого, второго и третьего этапов АРИЗ, которые, по существу, представляют собой приемы, позволяющие повысить эффективность выполнения второго этапа их ИД. Но техники АРИЗ не используются вузовскими изобретателями.

3. Третий этап вузовской ИД, включающий действия по развитию и конкретизации идеи в виде авторского решения задачи в общем виде, соответствует большому количеству шагов второго, третьего, четвертого и пятого этапов АРИЗ. Эти шаги АРИЗ были бы полезны вузовским изобретателям на данном этапе, но целевые ориентиры и логика их действий не совпадают, и поэтому они воспринимаются как избыточные. Вузовские изобретатели ориентируются на улучшение имеющегося технического решения, достаточного для их исследовательских и научно-образовательных задач, а АРИЗ ориентирован на достижение идеального конечного результата (ИКР), что требует большого количества логично выстроенных шагов, многочисленных итераций решения для приближения к необходимой идеализации. Актуальные задачи вузовских изобретателей, как правило, не требуют идеализации решения, и в этом еще одна причина, почему АРИЗ не используются ими.

4. Содержание четвертого этапа ИД вузовских инженеров, связанного с детализацией авторского решения и проверкой его реализуемости по смыслу, соответствует отдельным шагам третьего, четвертого и пятого этапов АРИЗ, но вузовские изобретатели не выполняют их в такой логичной и процедурной строгости по вышеуказанной причине существенного различия в уровне задач и качестве желательного результата их решения. А некоторые составляющие вузовской ИД, такие как «Анализ формулы прототипа», не имеют аналогов в АРИЗ, потому что для достижения ИКР такой шаг не нужен. Теоретически для повышения эффективности данного этапа деятельности вузовских изобретателей многие соответствующие им шаги четвертого и пятого этапов АРИЗ могли бы быть полезны, но из-за их трудоемкости они воспринимаются как избыточные или не соответствующие уровню решаемых ими задач.

5. Пятый этап вузовской ИД, посвященный составлению формулы изобретения, находится за рамками АРИЗ, потому что по критериям ТРИЗ его содержание не относится к собственно изобретательской деятельности. По сути, он носит в целом формализованный характер, потому что является требованием к подготовке заявки на выдачу патента. Однако, с другой стороны, процесс составления формулы может подтолкнуть к новой мысли и подсказать более эффективное решение изобретательской задачи. Формула – это часть известного и нового, составленного по алгоритму. Ее формирование – это инструмент совершенствования изобретательского решения, который в отдельных случаях может дать позитивный результат. Поэтому по своим потенциальным возможностям пятый этап в известной мере относится к изобретательскому процессу.

Проведенный анализ показывает, что основные различия между ИД вузовских специалистов и действиями по АРИЗ обусловлены: 1) разной ситуацией начала изобретательского процесса и 2) разным уровнем сложности задач, на решение которых ориентированы изобретатели. В АРИЗ не рассматривается процесс формирования замысла создания изобретения, в нем ИД начинается с решения уже существующей актуальной задачи, поэтому в АРИЗ представлены только рациональные логические шаги его разработки. У вузовских изобретателей чаще всего работа начинается с проблемной ситуации, которая может преобразоваться в задачу для ИД при наличии определенных целей, интересов, оценке ее трудоемкости. Изобретательская задача для вузовских сотрудников является промежуточной для достижения их исследовательских, учебных или каких-то иных профессиональных целей. Поэтому они стремятся минимизировать ее сложность, найти альтернативные варианты движения к цели, если задача оказывается слишком затратной по времени и другим ресурсам.

По критериям АРИЗ деятельность вузовских изобретателей является неэффективной, потому что в ней не используются многие шаги, позволяющие получить более высокий уровень решений. Напротив, по критериям вузовских изобретателей получается аналогично критичный вывод: использование АРИЗ в их задачах существенно повысит трудоемкость, но не уровень результатов ИД. При сравнении этапов ИД вузовских специалистов и стадий АРИЗ-71 (см. табл. 4) хорошо видно, что для второго, третьего и четвертого этапов многие шаги разных стадий АРИЗ могли быть использованы в качестве приемов и инструментов повышения их эффективности. Но в действительности они могли оказаться востребованными лишь при решении более сложных изобретательских задач.

В реальном изобретательском процессе все начинается с проблемной ситуации и мотивационных механизмов, от которых зависит постановка цели, определяющая, будет ли решаемая задача изобретательской. Как показывает проведенное исследование, в основе изобретательской деятельности сотрудников вузов лежат разнообразные мотивы, среди которых не только мотивы творчества, но и более простые, преимущественно социальные мотивы (см. рис. 2) по модели А. Маслоу. Из этого следует вывод о том, что изобретателями становятся специалисты, не только ориентированные исключительно на творчество, но также и с другими внутренними и внешними мотивами, а значит, в изобретательский процесс можно активно вовлекать значительно более широкий круг технически грамотных специалистов.

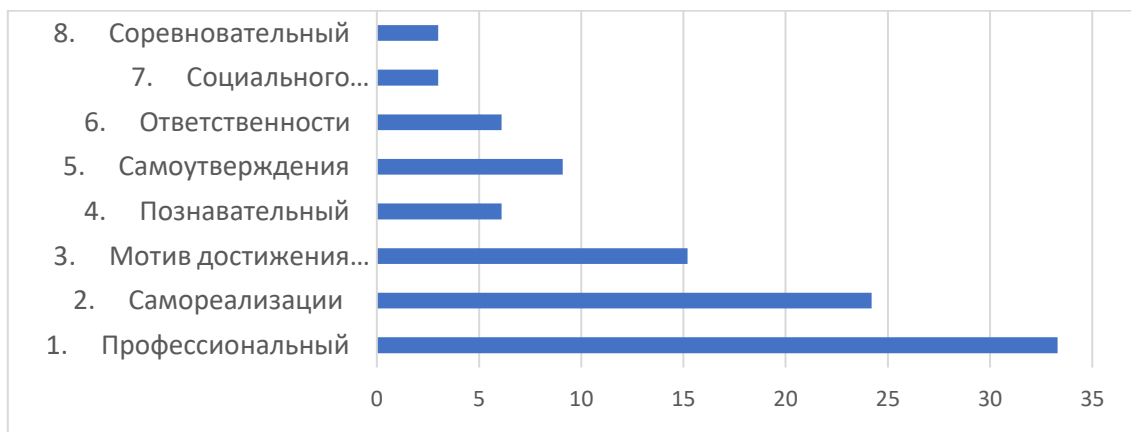


Рис. 2. Мотивы изобретательской деятельности вузовских специалистов

Исследование показало, что многие научные сотрудники и преподаватели, имеющие оригинальные научно-технические разработки, никогда не задумывались об оформлении изобретения, потому что свою творческую работу не идентифицируют с изобретательским процессом из-за отсутствия знаний о нем, о требованиях к изобретательским решениям и о том, каким образом оформляются патенты на изобретения. Часть из них с интересом относится к этой информации, получаемой от коллег, которые имеют опыт разработки и оформления изобретений. В результате когорты вузовских изобретателей немного увеличивается. Но большая часть сотрудников, занимающихся поиском оригинальных решений отраслевых задач, не имея в ближнем круге общения опытных изобретателей, остается не вовлеченной в изобретательский процесс, хотя имеет для этого все возможности и даже начатые разработки.

Проведенное исследование существующих в вузах мотиваторов ИД показало, что они преимущественно ориентированы на специалистов, которые уже занимаются изобретательством и имеют патенты на его результаты, и значительно меньше влияют на тех, кто еще не занимается этим, обладая соответствующими способностями и результатами исследовательской и практической деятельности (см. табл. 4). Поэтому в вузах необходимо расширять спектр мотивирующих условий, прежде всего создавать и внедрять мотиваторы, которые позволят вовлечь в ИД многих новых сотрудников.

Из результатов проведенного опроса видно, что в настоящее время вузовская система стимулирования ИД в значительной мере ориентирована на материальную мотивацию (см. табл. 4). Однако ее влияние на активность изобретателей не отмечена ни одним из ранее опрошенных экспертов (см. рис. 2). Это не значит, что материальные условия не могут влиять на активность ИД, скорее всего, данный факт свидетельствует о том, что существующий уровень финансового вознаграждения не осознается как фактор, повышающий уровень удовлетворения материальной мотивации. Результаты дополнительного опроса показали, что стимулирование материальной мотивации может влиять на изобретательскую активность на уровне «выше среднего» (см. табл. 4), но это влияние с ограничениями. По мнению патентоведа университета, увеличение объема выплаты за получение патента положительно сказалось на количестве заявок, но не на качестве патентуемых решений.

Кроме того, существующая система стимулирования ИД, очевидно, недостаточно ориентирована на профессиональную мотивацию, которая является наиболее сильной для большинства изобретателей (см. рис. 2). Для повышения активности за счет удовлетворения данного мотива необходимо создавать комфортные, хорошо технически оснащенные условия для ИД. При этом нужно учитывать, что высокая оснащенность лабораторий для исследовательской деятельности не всегда таковой является для изобретательской.

Следует отметить, что мотив самореализации, который определяет творческую активность, включая изобретательское творчество, используется (стимулируется) только для сотрудников, занимающихся диссертационными работами. Однако научная и инновационная деятельность подразделений вуза далеко не ограничивается диссертационными исследованиями. Поэтому и в отношении данного мотива, характерного для большинства вузовских сотрудников, существует значительный потенциал для его более активного использования.

Для вовлечения сотрудников с творческим потенциалом в изобретательский процесс необходимы целевые активные мероприятия и специальные информаци-

онно-методические инструменты, учитывающие особенности профессиональной деятельности различных категорий сотрудников. Для этого предлагается более эффективно использовать существующий опыт и новые идеи, включая:

– наглядные информационные схемы с последовательностью шагов создания патентоспособного решения и оформления заявки на выдачу патента (в личном кабинете сотрудников и студентов на сайте университета);

– краткосрочные курсы повышения квалификации, на которых проводится обучение сотрудников и аспирантов способам оценки технических решений на патентоспособность и составления заявки на выдачу патента при наличии у них оригинальных решений;

Таблица 4

**Влияние существующих мотиваторов ИД
на действующих и потенциальных вузовских изобретателей**

<i>Мотиваторы</i>	<i>Основные удовлетворяемые мотивы</i>	<i>Уровень влияния на действующих изобретателей</i>	<i>Уровень влияния на потенциальных изобретателей</i>
Приравнивание патентов, полезных моделей и промышленных образцов к публикациям, в которых излагаются основные результаты диссертационных исследований	Достижение успеха, самореализация	<i>Выше среднего</i> (при условии, что изобретатель работает над диссертацией). <i>Ниже среднего</i> (при условии, что изобретатель не работает над диссертацией)	<i>Выше среднего</i> (если сотрудник – аспирант или соискатель). <i>Средний</i> (если сотрудник ориентирован на инженеринговую, а не исследовательскую работу)
Приравнивание патентов к ВАКовским публикациям, создающим возможность подготовки заявки на выдачу патента вместо написания научной статьи для переизбрания на должность	Профессиональный	<i>Выше среднего</i> (практически для всех изобретателей, работающих на ставках ППС)	<i>Ниже среднего</i>
Дополнительные баллы за изобретательскую активность в балльно-рейтинговой системе стимулирования научно-педагогических работников	Материальный	<i>Средний</i> (максимальное количество баллов за изобретательскую деятельность в университете весьма ограничено)	<i>Ниже среднего</i>
Увеличение стимулирующих выплат за получение патента	Материальный	<i>Выше среднего</i>	<i>Средний</i>
Возможность вовлечения студентов в науку и совместную ИД, так как большинству студентов интереснее и легче написать по алгоритму заявку на выдачу патента, чем статью в рецензируемый журнал	Профессиональный	<i>Высокий</i> (только для тех вузовских изобретателей, которые преподают)	<i>Ниже среднего</i>
Публичное признание заслуг и достижений в изобретательстве в масштабе вуза и экспертном сообществе	Социальное признание, престиж, самоутверждение	<i>Выше среднего</i>	<i>Средний</i>
Повышение значимости патентов в отчетностях по грантам	Достижение успеха, соревновательный	<i>Средний</i>	<i>Выше среднего</i>

- студенческое патентное бюро, в котором студенты-патентоведы и студенты-изобретатели совместно разрабатывают заявку на выдачу патента;
- индивидуальные и групповые мастер-классы для начинающих изобретателей по экспертизе имеющихся у них решений с демонстрацией алгоритма разработки изобретательских решений и рассмотрением ряда эффективных методик изобретательства;
- разработку сервиса («Конструктор патентов»), встроенного в личный кабинет сотрудников и студентов, для начинающих изобретателей, позволяющего на основе специально разработанных шаблонов трансформировать патентоспособное решение в заявку на выдачу патента, а также содержащего учебный тренажер, на котором можно попрактиковаться в оценке технических решений или в составлении заявки на выдачу патента;
- видеоролики бесед с опытными изобретателями с демонстрацией авторских алгоритмов разработки патентоспособного решения и подготовки заявки на выдачу патента, которые могут быть полезны даже для тех, у кого на данном этапе отсутствуют оригинальные технические решения;
- линейку учебных пособий для студентов по изобретательству по разным укрупненным группам направлений подготовки, отражающих отраслевую специфику технологий.

Для активного вовлечения преподавателей в процесс повышения изобретательской грамотности целесообразно включать соответствующие задачи в учебный процесс, например выполнение элементов патентного (информационного) поиска для заданий проектного обучения (проектных практикумов) по инженерным профилям подготовки, что будет вовлекать преподавателей в изобретательскую активность на этапе планирования учебного процесса, а студентов – в процессе выполнения учебно-проектных задач.

Результаты исследования показали, что для повышения эффективности ИД вузовских изобретателей в нее целесообразно включить следующие элементы АРИЗ:

- мысленный эксперимент по схеме РВС (размер, время, стоимость) при проведении исследований на этапе формирования идеи создания изобретения для разрешения проблемной ситуации и преобразования ее в задачу;
- приемы определения и устранения технического противоречия, лежащего в основе проблемной ситуации, с которой начинается ИД;
- разработка ИКР, которое в большинстве случаев для создания патентоспособного решения не является необходимым, но при решении более сложных задач и намерении разработать коммерциализируемое решение потребность в нем существенно возрастает.

Для внедрения указанных рекомендаций в работу вузовских изобретателей недостаточно подготовить подробные методические разработки по их использованию на разных этапах и шагах ИД. Опрос показал, что 80% опрошенных вузовских изобретателей знакомы с ТРИЗ и АРИЗ, а около 30% имеют опыт специального обучения теории решения изобретательских задач и соответствующие документы о дополнительном образовании. Однако это никак не влияет на тот или иной объем использования ими АРИЗ в своей работе. Поэтому практическое внедрение приемов и техник АРИЗ в ИД университетских специалистов возможно лишь при создании в вузах специальных консультативных подразделений (как в некоторых крупных конструкторских бюро), сотрудники которых могут оказывать соответствующую помощь в решении изобретательских задач на основе методологии ТРИЗ и АРИЗ. В целом для активизации изобретательского процесса и повышения качества изобретений необходима организация в университетах тризовского консалтинга.

Заключение / Conclusion

Полученная в исследовании модель изобретательской деятельности сотрудников вузов отражает не только ее специфику, но также определенные ограничения и соответствующие возможности ее совершенствования. Результаты исследования показывают, что вузовские изобретатели в своей деятельности продолжают традиции не тризовского подхода. Это объясняется не отсутствием знаний ТРИЗ и АРИЗ, которые у многих есть, а отсутствием необходимости их применять, потому что решение большинства изобретательских задач обеспечивается менее трудоемкими методами. В целом методология большинства вузовских изобретателей отличается от тех, кто работает на основе ТРИЗ, используя алгоритм решения изобретательских задач. Вузовские инженеры используют более привычные для себя методы, которые они применяют для решения своих основных исследовательских и образовательных задач. Поэтому, как было установлено, к особенностям ИД вузовских сотрудников относится использование эмпирических исследовательских методов, прежде всего эксперимента, который применяется при формировании изобретательских идей, а также при проверке их практической реализуемости. В то же время анализ показал, что тризовские методики и приемы не противоречат ИД вузовских сотрудников и их внедрение в изобретательский процесс могло бы повысить качество их результатов.

Деятельность вузовских изобретателей характеризуется достаточно широким спектром мотивации, выходящим за рамки творческой активности, а следовательно, для вовлечения в нее можно использовать более разнообразный круг мотиваторов для квалифицированных инженеров, которые обладают необходимыми знаниями и опытом для создания изобретений на основе результатов своей исследовательской деятельности. Кроме того, более активное и целенаправленное распространение знаний об изобретательском творчестве, процедуре оформления патентов на изобретения (полезные модели и промышленные образцы) в вузовской среде способно привлечь значительное количество квалифицированных инженеров-исследователей в ряды изобретателей. Для этого необходимо более полно использовать информационные технологии, в частности личные кабинеты сотрудников и студентов на сайте университета, а также многие другие методы с алгоритмами действий, которые могут вовлекать в изобретательский процесс сотрудников, имеющих оригинальные технические решения, и даже тех, кто пока имеет лишь потенциал их создания.

Для развития изобретательской деятельности в университетах существует значительный инструментально-методический, управленческий, информационный и мотивационный резерв. Предложенные для его реализации направления действий и мероприятий требуют вполне приемлемых для вузов материальных затрат и организационных усилий, способных дать существенный прирост активности, качества и результатов изобретательского процесса.

Ссылки на источники / References

1. Горлатов А. С. О взаимосвязи технической науки, инженерных знаний и изобретательского творчества // Научное обозрение. – 2010. – № 3. – С. 27–30.
2. Роспатент в цифрах и фактах. Годовой отчет 2022. – URL: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/annual-report-2022-short-version.pdf>
3. Роспатент. Цифры. Факты. Проекты. Годовой отчет 2023. – URL: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/annual-report-2023-short-version.pdf>
4. Отчет Всемирной организации интеллектуальной собственности. – URL: <https://www.wipo.int/en/ipfactsandfigures/patents>

5. Ромицына Г. А. Интеллектуальная собственность и инновации в экономике // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 14. – С. 231–235. – URL: <http://e-koncept.ru/2017/770652.htm>
 6. Замятина О. М., Денчук Д. С., Богрова К. В. Формирование компетенций в области инженерного изобретательства // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 15. – С. 21–25. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95146.htm>
 7. Энгельмейер П. К. Теория творчества. – Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – 208 с.
 8. Орлов В. И. Трактат о вдохновенье, рождающем великие изобретения. – М.: Знание, 1964. – 350 с.
 9. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Роль фантазии в научном творчестве. – Петроград, 1923. – С. 50–80.
 10. Орлов М. А., Орлова В. Н. Еретик, или Пути к своей цели. – М.: СОЛОН-Пресс, 2023. – 136 с.
 11. Rossman J. The Psychology of the Inventor: A Study of the Patentee. – Washington: Inventors Publishing Company, 1931. – 252 p.
 12. Якобсон П. М. Процесс творческой работы изобретателя. – М.; Л.: Изд-во ЦС Всес. о-ва изобретателей, 1934. – 135 с.
 13. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
 14. Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. О психологии изобретательского творчества // Вопросы психологии. – 1956. – № 6. – С. 37–49.
 15. Орлов М. А. Основы классической ТРИЗ: расширенный курс высокоэффективного инновационного мышления. – М.: СОЛОН-Пресс, 2019. – 431 с.
 16. Петров В. М. История развития алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ. Информационные материалы. – М.: Издательские решения, 2018. – 231 с.
 17. Середа Н. И. Рабочий-изобретатель (лекции по методике изобретательства). – Рига: Латв. респ. совет Всесоюз. о-ва изобретателей и рационализаторов, 1961. – 83 с.
 18. Соболев П. А. Как научиться изобретать. – Ужгород: Карпати, 1973. – 130 с.
 19. Чяпяле Ю. М. Методы поиска изобретательских идей. – Л.: Машиностроение, 1990. – 96 с.
 20. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений / пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 442 с.
 21. Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать? / пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 272 с.
 22. Мазуркин П. М. Активизация изобретательской деятельности студентов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 12. – С. 92–100.
 23. Блинников В. И., Дубровская В. В., Сергиевский В. В. Патент: от идеи до прибыли. – М.: Мир, 2002. – 333 с.
 24. Бирсс Д. Как генерить свежие идеи: система незашоренного креативного мышления / пер. с англ. – М.: Азбука Бизнес; Азбука-Аттикус, 2020. – 272 с.
 25. Gadd K. TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving. – Chichester: John Wiley & Sons, 2011. – 504 p.
 26. Orloff M. Modern TRIZ: A Practical Course with EASyTRIZ. – Berlin: Springer, 2012. – 449 p.
 27. Hua Z., Yang J., Coulibaly S. Integration TRIZ with Problem-solving Tools: A Literature Review from 1995 to 2006 // International Journal of Business Innovation and Research. – 2006. – № 1 (1–2). – P. 111–128.
 28. Chechurin L. Research and Practice of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ): Linking Creativity, Engineering and Innovation. – New York: Springer, 2016. – 281 p.
 29. Velikanov S. Modern principles of innovative design through the prism of TRIZ and ARIZ: The fundamental necessity of applying TRIZ and ARIZ to modern complex design processes. – Our Knowledge Publishing, 2022. – 80 p.
 30. Попов А. И., Ташлыков О. Л. Основы изобретательской деятельности (в области использования атомной энергии): учеб. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2021. – 204 с.
 31. Фомин Н. И., Лысова Ю. Д. Разработка и защита технических решений в строительстве: учеб. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2020. – 156 с.
 32. Альтшуллер Г. С. Найти идею: введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 402 с.
 33. Фомин Н. И., Миронова Л. И., Коротич А. В. Анализ изобретательских методик для разработки патентоспособных решений в архитектуре и строительстве // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2023. – № 1(56). – С. 104–109. DOI: 10.25628/UNIIP.2023.56.1.018.
-
1. Gorlatov, A. S. (2010). "O vzaimosvyazi tekhnicheskoy nauki, inzhenernykh znaniy i izobretatel'skogo tvorchestva" [On the relationship between technical science, engineering knowledge and inventive creativity], *Nauchnoe obozrenie*, № 3, pp. 27–30 (in Russian).
 2. *Rospatent v cifrah i faktah. Godovoj otchet 2022 [Rospatent in figures and facts. Annual Report 2022]*. Available at: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/annual-report-2022-short-version.pdf> (in Russian)
 3. *Rospatent. Cifry. Fakty. Proekty. Godovoj otchet 2023 [Rospatent. Numbers. Facts. Projects. Annual Report 2023]*. Available at: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/annual-report-2023-short-version.pdf> (in Russian).

4. *Otchet Vsemirnoj organizacii intellektual'noj sobstvennosti* [Report of the World Intellectual Property Organization]. Available at: <https://www.wipo.int/en/ipfactsandfigures/patents> (in Russian).
5. Romicyna, G. A. (2017). "Intellektual'naya sobstvennost' i innovacii v ekonomike" [Intellectual property and innovation in the economy], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, t. 14, pp. 231–235. Available at: <http://e-koncept.ru/2017/770652.htm> (in Russian).
6. Zamyatina, O. M., Denchuk, D. S., & Bogrova, K. V. (). "Formirovanie kompetencij v oblasti inzhenernogo izobretatel'stva" [Formation of competences in the field of engineering invention], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, 2015, t. 15, pp. 21–25. Available at: <http://e-koncept.ru/2015/95146.htm> (in Russian).
7. Engel'mejer, P. K. (2010). *Teoriya tvorchestva* [Theory of creativity], Izd. 3-e, Knizhnyj dom "Librokom", Moscow, 208 p. (in Russian).
8. Orlov, V. I. (1964). *Traktat o vdohnoven'e, rozhdayushchem velikie izobreteniya* [A treatise on the inspiration that gives rise to great inventions], Znanie, Moscow, 350 p. (in Russian).
9. Levinson-Lessing, F. Yu. (1923). *Rol' fantazii v nauchnom tvorchestve* [The role of fantasy in scientific creativity], Petrograd, pp. 50–80 (in Russian).
10. Orlov, M. A., & Orlova, V. N. (2023). *Eretik, ili Puti k svoej celi* [The Heretic, or the Path to Your Goal], SOLON-Press, Moscow, 136 p. (in Russian).
11. Rossman, J. (1931). *The Psychology of the Inventor: A Study of the Patentee*, Inventors Publishing Company, Washington, 252 p. (in English).
12. Yakobson, P. M. (1934). *Process tvorcheskoy raboty izobretatelya* [The process of the inventor's creative work], Izd-vo CS Vses. o-va izobretatelej, Moscow, Leningrad, 135 p. (in Russian).
13. Al'tshuller, G. S. (1973). *Algoritm izobreteniya* [The invention algorithm], Moskovskij rabochij, Moscow, 296 p. (in Russian).
14. Al'tshuller, G. S., & Shapiro, R. B. (1956). "O psihologii izobretatel'skogo tvorchestva" [About the psychology of inventive creativity], *Voprosy psihologii*, № 6, pp. 37–49 (in Russian).
15. Orlov, M. A. (2019). *Osnovy klassicheskoy TRIZ: rasshirennyj kurs vysokoeffektivnogo innovacionnogo myshleniya* [The Basics of Classical TRIZ: an advanced course in highly effective innovative thinking], SOLON-Press, Moscow, 431 p. (in Russian).
16. Petrov, V. M. (2018). *Istoriya razvitiya algoritma resheniya izobretatel'skih zadach – ARIZ* [The history of the development of the algorithm for solving inventive tasks – ARIZ. Information materials]. *Informacionnye materialy, Izdatel'skie resheniya*, Moscow, 231 p. (in Russian).
17. Sereda, N. I. (1961). *Rabochij-izobretatel' (lekcii po metodike izobretatel'stva)* [Inventor worker (lectures on the methods of invention)], Riga: Latv. resp. sovet Vsesoyuz. o-va izobretatelej i racionalizatorov, 83 p. (in Russian).
18. Sobolev, P. A. (1973). *Kak nauchit'sya izobretat'* [How to learn to invent], Karpati, Uzhgorod, 130 p. (in Russian).
19. Chyapyale, Yu. M. (1990). *Metody poiska izobretatel'skih idej* [Methods of searching for inventive ideas], Mashinostroenie, Leningrad, 96 p. (in Russian).
20. Dikson, Dzh. (1969). *Proektirovanie sistem: izobretatel'stvo, analiz i prinyatie reshenij* [Systems Design: Invention, Analysis and Decision Making], Mir, Moscow, 442 p. (in Russian).
21. Tring, M., & Lejtuejt, E. (1980). *Kak izobretat'?* [How to invent?], Mir, Moscow, 272 p. (in Russian).
22. Mazurkin, P. M. (2010). "Aktivizaciya izobretatel'skoj deyatel'nosti studentov" [Stimulation of students' inventive activity], *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, № 12, pp. 92–100 (in Russian).
23. Blinnikov, V. I., Dubrovskaya, V. V., & Sergievskij, V. V. (2002). *Patent: ot idei do pribyli* [Patent: from idea to profit], Mir, Moscow, 333 p. (in Russian).
24. Birss, D. (2020). *Kak generit' svezhie idei: sistema nezashorennoogo kreativnogo myshleniya* [How to generate fresh ideas: a system of open-minded creative thinking], Azbuka Biznes, Azbuka-Attikus, Moscow, 272 p. (in Russian).
25. Gadd, K. (2011). *TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*, John Wiley & Sons, Chichester, 504 p. (in English).
26. Orloff, M. (2012). *Modern TRIZ: A Practical Course with EASyTRIZ*, Springer, Berlin, 449 p. (in English).
27. Hua, Z., Yang, J., & Coulibaly, S. (2006). "Integration TRIZ with Problem-solving Tools: A Literature Review from 1995 to 2006", *International Journal of Business Innovation and Research*, № 1 (1–2), pp. 111–128 (in English).
28. Chechurin, L. (2016). *Research and Practice of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ): Linking Creativity, Engineering and Innovation*, Springer, New York, 281 p. (in English).
29. Velikanov, S. (2022). *Modern principles of innovative design through the prism of TRIZ and ARIZ: The fundamental necessity of applying TRIZ and ARIZ to modern complex design processes*, Our Knowledge Publishing, 80 p. (in English).
30. Popov, A. I., & Tashlykov, O. L. (2021). *Osnovy izobretatel'skoj deyatel'nosti (v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii)* [Fundamentals of inventive activity (in the field of atomic energy use)]: *ucheb*, Izd-vo Ural'skogo un-ta, Ekaterinburg, 204 p. (in Russian).
31. Fomin, N. I., & Lysova, Yu. D. (2020). *Razrabotka i zashchita tekhnicheskikh reshenij v stroitel'stve* [Development and protection of technical solutions in construction]: *ucheb*, Izd-vo Ural'skogo un-ta, Ekaterinburg, 156 p. (in Russian).

32. Al'tshuller, G. S. (2022). *Najti ideyu: vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatel'skih zadach* [Find an idea: introduction to TRIZ - the theory of solving inventive problems], Al'pina Pablisher, Moscow, 402 p. (in Russian).
33. Fomin, N. I., Mironova, L. I., & Korotich, A. V. (2023). "Analiz izobretatel'skih metodik dlya razrabotki patentosposobnyh reshenij v arhitekture i stroitel'stve" [Analysis of inventive techniques for the development of patentable solutions in architecture and construction], *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN*, № 1(56), pp. 104–109. DOI: 10.25628/UNIIP.2023.56.1.018 (in Russian).

Вклад авторов

А. П. Исаев – определение цели и гипотезы исследования, подготовка части обзора, разработка методики экспертной оценки, проведение интервьюирования экспертов, составление таблиц и сравнительный анализ модели вузовских изобретателей и АРИЗ-71, качественный анализ и обобщение эмпирических данных, анализ мотивов и мотиваторов изобретательской деятельности вузовских специалистов, разработка предложений по совершенствованию изобретательского процесса в вузе.

Н. И. Фомин – определение цели и гипотезы исследования, сбор статистических данных, подготовка части обзора, разработка методики экспертной оценки, проведение письменного опроса экспертов, статистическая обработка результатов опроса и оформление рисунков с их результатами, выбор модели АРИЗ для сравнительного анализа, систематизация информации по механизмам вовлечения в изобретательство, разработка предложений по совершенствованию изобретательского процесса в вузе.

Contribution of the authors

A. P. Isaev – determination of the purpose and hypothesis of the research, preparation of part of the review, development of expert assessment methodology, conducting interviews with experts, compiling tables and comparative analysis of the model for university inventors and ARIZ-71, qualitative analysis and generalization of empirical data, analysis of motives and motivators of inventive activity for university specialists, development of proposals for improving the inventive process at the university.

N. I. Fomin – determination of the purpose and hypothesis of the research, collection of statistical data, preparation of part of the review, development of an expert assessment methodology, conducting a written survey of experts, statistical processing of the survey results and formatting drawings with their results, selection of the ARIZ model for comparative analysis, systematization of information on the mechanisms of involvement in the invention, development of proposals for improving the inventive process at the university.