

Academia. Архитектура и строительство, № 1, стр. 103–112.

Academia. Architecture and Construction, no. 1, pp. 103–112.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 72.023:69.07

DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-103-112

Методические возможности решения изобретательских задач в архитектуре и строительстве

Коротич Андрей Владимирович (Екатеринбург). Доктор архитектуры, доктор искусствоведения, доктор технических наук, член-корреспондент РААСН. Институт строительства и архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19. УрФУ). Эл. почта: avk-57@inbox.ru

Фомин Никита Игоревич (Екатеринбург). Кандидат технических наук, доцент. Институт строительства и архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19. УрФУ). Эл. почта: ni.fomin@urfu.ru

Аннотация. В статье представлены методические возможности «прямого» и «обратного» решения изобретательских задач для создания технически эффективных архитектурно-строительных объектов и изделий. Разработаны наглядные алгоритмы реализации данных методик. Рассмотрены авторские примеры по созданию патентоспособных решений, раскрывающих возможности методик «прямого» и «обратного» решения. Показана необходимость в интенсификации обучения студентов архитектурно-строительных вузов, а также отраслевых специалистов методам изобретательства для наращивания технологического суверенитета отечественной промышленности.

Ключевые слова: изобретательство, патентоспособное решение, изобретательская задача, техническая эффективность, морфологический анализ.

Для цитирования. Коротич А.В., Фомин Н.И. Методические возможности решения изобретательских задач в архитектуре и строительстве // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 1. – С. 103–112. – DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-103-112.

Methodological Possibilities of Solving Inventive Tasks in Architecture and Construction

Korotich Andrey V. (Ekaterinburg). Doctor of Science in Architecture, Doctor in Art Studies, Doctor of Sciences in Technology, Corresponding Member of RAACS. Institute of Civil Engineering and Architecture of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin (620002, 19 Mira street, Ekaterinburg, Russia. UrFU). E-mail: avk-57@inbox.ru

Fomin Nikita I. (Ekaterinburg). Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Institute of Civil Engineering and Architecture of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin (620002, 19 Mira street, Ekaterinburg, Russia. UrFU). E-mail: ni.fomin@urfu.ru

Abstract. The paper presents the methodological possibilities of "direct" and "reverse" solutions of inventive tasks for creating technically effective architectural and construction objects and products. Visual algorithms for the implementation of these techniques have been developed. The author's examples on the creation of patentable solutions are considered, revealing the possibilities of methods of "direct" and "reverse" solutions. The necessity of intensifying the training of students

of architectural and construction universities, as well as industry specialists in inventive methods to increase the technological sovereignty of the domestic industry is shown.

Keywords: invention, patentable solution, inventive task, technical efficiency, morphological analysis

For citation. Methodological Possibilities of Solving Inventive Tasks in Architecture and Construction. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 1, pp. 103–112, doi: 10.22337/2077-9038-2024-1-103-112.

Введение

В настоящее время наблюдается негативная тенденция снижения объёма запатентованных технических решений в области архитектуры и строительства. Это происходит несмотря на объективную необходимость наращивания технологического суверенитета во всех отраслях отечественной экономики. Согласно данным из статистического отчёта Роспатента за 2022 год¹ [1], количество полученных патентов РФ на изобретения и полезные модели по разделу «E» – «Строительство и горное дело» в Международной патентной классификации постоянно снижается, начиная с 2019 года (табл. 1).

Снижение изобретательской активности в области архитектуры и строительства (оба этих направления входят в указанный раздел классификации) обусловлено различными факторами, среди которых следует отметить недостаточную методическую подготовленность высококвалифицированных специалистов отрасли, обладающих потенциалом инновационной деятельности.

В результате анализа спектра работ по отраслевому изобретательству, опубликованных за последние 15 лет по различным областям техники [1]: агроинженерия [2; 3]; архитектура [4]; атомная энергетика [5]; конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств [6; 7]; лесоинженерное дело [8]; наукоёмкие технологии [9; 10]; пищевая инженерия [11]; строительство [12–14]; технология геологической разведки [15]; технология машиностроения [16–19]; транспортные машины [20]; упаковочное производство [21]; экономика [22]; электро-технологии [23], – было установлено следующее:

1) указанные авторы предлагают достаточно обширный арсенал методик и приёмов для решений отраслевых изобретательских задач, наиболее распространёнными из которых являются: теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [24], морфологический анализ [25], мозговой штурм [26];

2) в рассмотренных пособиях не предложен наглядный алгоритм, позволяющий начинающему изобретателю (специалисту-практику) разработать патентоспособное решение при решении актуальных производственных задач, в частности, в архитектуре и строительстве.

В Институте строительства и архитектуры Уральского федерального университета (УрФУ) реализуются отдельные дисциплины, посвящённые отраслевому изобретательству, подготовлен соответствующий учебник [14]. Наш образовательный опыт показал, что для практической возможности разработки патентоспособных решений в профессиональной деятельности студент должен овладеть и уметь продемонстрировать на практике:

- приёмы преодоления психологической инерции в процессе анализа и синтеза решения отраслевых изобретательских задач;
- методики поиска аналогов и прототипов для решения изобретательской задачи;
- умение оформить заявку на выдачу патента на изобретение и полезную модель.

Вместе с традиционными образовательными подходами, которые уже реализуются в архитектурно-строительных институтах и университетах, необходимо использовать адаптированные методические приёмы, позволяющие работникам строительных организаций, имеющим мотивацию к разработке новых патентоспособных решений (потенциал инновационной деятельности), плодотворно заниматься изобретательством.

Таким образом, цель статьи заключается в представлении возможностей двух методик, обобщающих опыт изобретательской деятельности авторов по решению разнообразных инновационных задач, направленных на создание технически эффективных разработок различных типов архитектурно-строительных объектов и изделий.

Обширный личный опыт изобретательства (суммарно более 250 авторских свидетельств СССР на изобретения, свидетельств СССР на промышленные образцы, патентов

Таблица 1. Динамика выдачи патентов РФ по разделу E – «Строительство и горное дело»

Количество патентов, шт.	Годы					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
на изобретения	2087	2241	1888	1750	1420	1406
на полезные модели	1058	1107	919	763	739	нет данных

¹ Роспатент в цифрах и фактах – 2022 / под общ. ред. Ю.С. Зубова (Москва) : ФИПС, 2023. – 322 с.).

РФ на изобретения и полезные модели) убедил авторов в существовании двух методик решения изобретательских задач, которые можно определить, как «прямое» решение и альтернативное ему «обратное».

Алгоритм «прямого» решения изобретательской задачи

«Прямой» путь получения изобретательских решений, то есть решений изобретательских задач, достаточно полно освещается в литературе по изобретательскому творчеству. Алгоритм «прямого» решения можно описать следующими укрупнёнными шагами.

1. Формулировка технической проблемы (изобретательской задачи) в результате выявления технического недостатка (недостатков может быть несколько) известного технического решения – прототипа.
2. Разработка нового решения.
3. Проверка разработанного решения по следующему условию: технический результат, обусловленный новыми существенными признаками, позволяет устранить выявленный технический недостаток.
4. Оформление заявки на выдачу патента: составление формулы предлагаемого решения (изобретения, полезной модели); описание уровня техники и раскрытие нового решения, подготовка чертежей, иллюстрирующих сущность решения, составление реферата и приложений.
5. Отправка заявки в Роспатент и переписка с экспертизой (при необходимости).
6. Получение патента.

Описанный алгоритм предполагает эволюционный подход в изобретательской деятельности: улучшение известного решения, обладающего недостатком, и обеспечение новизны решения введением признаков, которые позволяют устранить существующий недостаток и, как следствие, обеспечивают технический результат.

Проиллюстрируем возможности применения методики «прямого» решения изобретательской задачи несколькими

примерами, взятыми из изобретательской практики А.В. Коротича, результаты которой были запатентованы.

В качестве первого примера рассмотрим известную сферическую разбивку, включающую 60 равнобедренных сферических треугольников, соединённых таким образом, что в вершинах разбивки сходятся по 3 и 10 треугольных отсеков (рис. 1 а). Очевидный недостаток такого решения – большое число сходящихся в вершинах треугольных элементов, что обуславливает значительную трудоёмкость их сочленения в полную сферическую оболочку.

Таким образом, техническая задача состояла в преобразовании данной разбивки сферы путём устранения 12 вершин, где сходится по 10 многоугольных отсеков, а также увеличении числа отсеков в полной оболочке.

Данная техническая задача решается за счёт того, что в сферическом модуле, образованном многоугольными элементами сферической оболочки, состыкованными по дугообразным кромкам, очерченным участками геодезических линий, элементы выполнены в виде одинаковых правильных пятиугольных сферических отсеков и размещённых между ними одинаковых неправильных пятиугольных сферических отсеков, у каждого из которых две смежные кромки выполнены равными; при этом между каждыми соседними правильными пятиугольными сферическими отсеками размещена пара неправильных пятиугольных сферических отсеков, состыкованных по равным кромкам с образованием внутреннего ребра, соединяющего контурные кромки двух близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков; причем каждые три смежные пары неправильных пятиугольных сферических отсеков состыкованы друг с другом по равным смежным контурным кромкам с образованием трёхлучевого ребра, соединяющего контурные кромки трёх близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков; при этом каждый правильный пятиугольный сферический отсек состыкован с десятью окружающими его неправильными пятиугольными сферическими отсеками; во всех угловых вершинах модуля состыкованы по три сферических отсека, а полную сферическую оболочку модуля составляют 12 правильных пятиугольных сферических отсеков и 60 неправильных пятиугольных сферических отсеков.

Новая структура/разбивка сферического модуля из 72 сферических отсеков воплощена в двух геометрических вариантах.

В первом варианте внутренние рёбра каждой пары неправильных пятиугольных сферических отсеков соединяют соответствующие стороны контурных кромок близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков; при этом трёхлучевые ребра соединяют вершины трёх близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков (рис. 1 б).

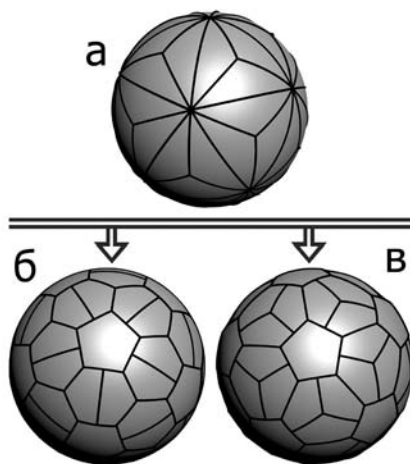


Рис. 1². Изоздральная сферическая разбивка: а) прототипа; б, в) запатентованное решение в двух геометрических вариантах (источник – [27])

² Автор всех патентных разработок и рисунков, представленных в статье, А.В. Коротич

Во втором варианте внутренние рёбра каждой пары неправильных пятиугольных сферических отсеков соединяют соответствующие вершины близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков; при этом трёхлучевые рёбра соединяют стороны контурных кромок трёх близлежащих правильных пятиугольных сферических отсеков (рис. 1 в).

Кроме того, в сферическом модуле у каждого из неправильных пятиугольных сферических отсеков две противолежащие кромки, примыкающие к паре равных смежных контурных кромок, могут быть выполнены одинаковыми.

Новое решение структурной разбивки сферического модуля, представленное в двух геометрических вариантах, после подачи соответствующим образом оформленной заявки было защищено патентом РФ на полезную модель [27].

Для второго примера рассмотрим случай, когда в качестве прототипа для нового решения использована более ранняя разработка А.В.Коротича, защищённая патентом.

Так, автором ранее запатентовано решение структурной разбивки сферической поверхности в двух геометрических вариантах (рис. 2 а, б). При морфологическом анализе полученного решения обнаружилась необходимость его дальнейшего усовершенствования: недостаток структуры разбивки состоит в том, что в некоторых её вершинах сходится по пять сборных элементов, что увеличивает трудоёмкость монтажа оболочки; при этом сами сферические отсеки обладают большими габаритами, а, следовательно, большой кривизной, что затрудняет их изготовление способом горячей формовки металлических листов.

Техническая задача состояла в преобразовании данной разбивки сферы на большее число однородных отсеков с целью уменьшения их габаритов в пределах сферической поверхности, а также устранении 12-ти вершин, где сходится по 5 многоугольных типозащитных элементов.

Данная техническая задача решается за счёт того, что в сферическом модуле, образованном многоугольными эле-

ментами сферической оболочки, состыкованными по целым дугообразным кромкам, очерченным участками геодезических линий, элементы выполнены в виде одинаковых правильных пятиугольных сферических отсеков и размещённых между ними одинаковых неправильных шестиугольных сферических отсеков, у каждого из которых по две смежные и две несмежные кромки выполнены попарно равными; при этом каждый правильный пятиугольный сферический отсек состыкован с окружающими его пятью неправильными шестиугольными сферическими отсеками; во всех угловых вершинах модуля состыкованы по три сферических отсека, а полную сферическую оболочку модуля составляют 12 правильных пятиугольных сферических отсеков и 60 неправильных шестиугольных сферических отсеков. Таким образом, полную сферическую оболочку составляют 72 элемента. Новое решение структурной разбивки сферического модуля также представлено в двух геометрических вариантах (рис. 2 в, г).

После подачи соответствующим образом оформленной заявки на созданное решение сборной сферической оболочки был получен патент РФ на полезную модель [28].

В качестве третьего примера рассмотрим решение промышленного сооружения. Известно техническое решение промышленного теплообменника – водоохладителя (градирни), имеющего гиперболическую вытяжную башню, внутри которой в нижнем уровне расположены водораспределительные трубы, подающие теплоноситель (воду) на ороситель, стекая по которому вода, проходя сквозь струи восходящего воздуха, охлаждается и попадает в водосборный бассейн, откуда поступает в производственный процесс (рис. 3 а). Однако в сооружении такого типа, стекая от оросителя в бассейн, вода не успевает охладиться до требуемой температуры.

Была поставлена техническая задача повышения эффективности охлаждения воды в сооружении путём увеличения пути её прохождения от водораспределительной трубы до водосборного бассейна навстречу восходящим воздушным потокам.

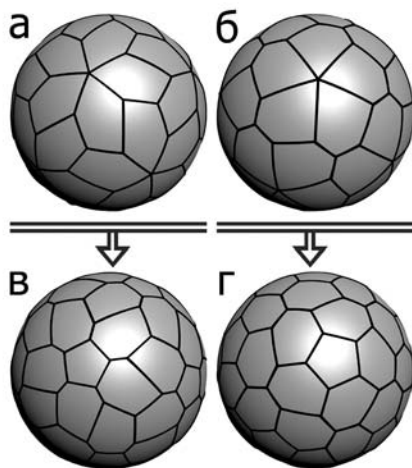


Рис. 3. Изодражная сферическая разбивка: а, б) прототипа; в, г) запатентованные решения в двух геометрических вариантах (источник – [28])

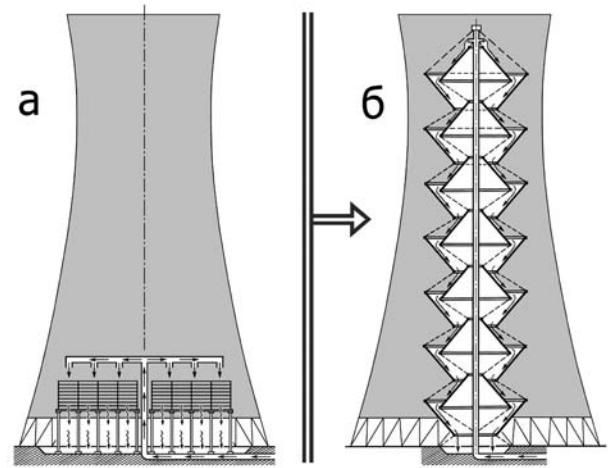


Рис. 3. Решение промышленной градирни: а) прототип; б) запатентованное решение (источник – [29])

Поставленная задача решается за счёт того, что в сооружении, содержащем вытяжную башню, а также расположенный внутри неё водосборный бассейн с оросителем, ороситель сооружения выполнен в виде осевой вертикальной распределительной трубы, вдоль которой с зазором относительно друг друга расположены чередующиеся меньшие и большие соосные полые оболочки, выполненные в виде отсеков поверхностей вращения с разновеликими горизонтальными кольцевыми основаниями; при этом меньшие оболочки ориентированы встречно по отношению к большим (рис. 3 б).

В таком сооружении соосные полые оболочки оросителя могут быть выполнены в виде отсеков конических поверхностей или в виде отсеков поверхностей двоякой положительной или отрицательной кривизны.

Процесс охлаждения теплоносителя осуществляется следующим образом.

Нагретая вода поднимается насосами по распределительной трубе наверх, разбрызгивается на внешнюю сторону верхней меньшей полый оболочки и, распределяясь тонкой плёнкой по всей её поверхности, стекает вниз и попадает на внутреннюю поверхность нижележащей большей полый оболочки. Таким образом далее последовательно стекая вниз по внешним и внутренним поверхностям расположенных друг под другом чередующихся меньших и больших полых оболочек, охлаждённая вода попадает в водосборный бассейн, откуда возвращается в производственный процесс.

Эффективность устройства обусловлена тем, что, распределяясь тонкой плёнкой по поверхности мелкоячеистой сетки полых оболочек и удерживаясь на ней под действием сил капиллярного натяжения, вода перетекает вниз с одной оболочки на другую, многократно контактируя со встречными восходящими потоками холодного воздуха, проходящими внутри вытяжной башни между соосными полыми оболочками и охлаждающими тонкую плёнку воды с обеих сторон.

После подачи соответствующим образом оформленной заявки на созданное решение градирни был получен патент РФ на полезную модель [29].

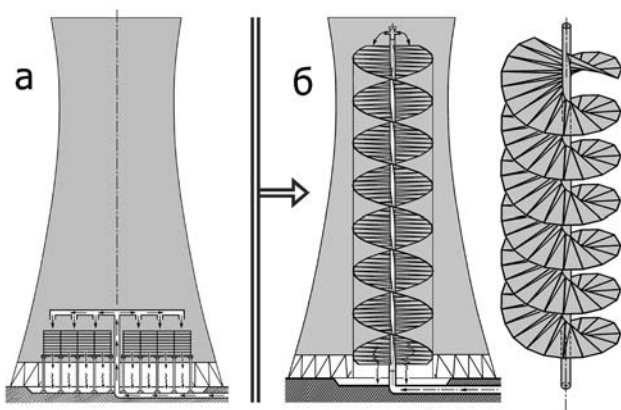


Рис. 4. Решение промышленной градирни: а) прототип; б) запатентованное решение (источник – [30])

В четвёртом примере рассмотрен тот же прототип (градирня), что и в четвёртом (рис. 4 а), но с использованием другого варианта усовершенствования.

В этом случае поставленная задача решается за счёт того, что в сооружении, содержащем вытяжную башню, а также расположенный внутри неё водосборный бассейн с оросителем, ороситель сооружения выполнен в виде осевой вертикальной распределительной трубы, вокруг которой по всей высоте спирально расположены две водоотводящие противоположащие геликоидальные оболочки; причём, в сооружении водоотводящие противоположащие геликоидальные оболочки оросителя могут быть выполнены складчатыми (рис. 4 б).

Охлаждение теплоносителя осуществляется следующим образом. Нагретая вода поднимается насосами по распределительной трубе наверх, разбрызгивается на внешнюю сторону двух противоположащих геликоидальных оболочек и, распределяясь тонкой плёнкой по всей их поверхности, стекает вниз по спиралевидной траектории в водосборный бассейн, откуда возвращается в производственный процесс.

Эффективность устройства обусловлена тем, что, распределяясь тонкой плёнкой по поверхности мелкоячеистой сетки оболочек и удерживаясь на ней под действием сил капиллярного натяжения, стекающая по спиралевидной траектории вода многократно контактирует со встречными восходящими потоками холодного воздуха, проходящими внутри вытяжной башни между элементами оросителя и охлаждающими тонкую плёнку воды с обеих сторон. Резкое повышение площади двухстороннего контакта водяной плёнки с восходящими потоками холодного воздуха повышает эффективность работы сооружения.

Созданное решение градирни защищено патентом РФ на полезную модель [30].

Алгоритм «обратного» решения изобретательской задачи

Прежде чем описать алгоритм, необходимо отметить, что в процессе решения инновационных задач изобретатель взаимодействует с информационными блоками двух типов:

- информационный Блок 1: реестр возможных аналогов и прототипов, по сути, это база известных технических решений из открытых информационных источников; эти решения не являются авторскими разработками данного изобретателя, но могут быть им использованы в качестве аналогов или прототипа;

- информационный Блок 2: собственные разработки изобретателя, которые могут быть признаны патентоспособными после их сравнительного анализа с известными решениями по техническим критериям.

Алгоритм «обратного» решения изобретательской задачи можно описать следующими укрупнёнными шагами.

1. Изучение какой-либо новой разработки (из информационного Блока 2) на предмет её возможной патентоспособности.

2. Определение известного решения прототипа (из информационного Блока 1), наиболее близкого к новой разработке по существенным техническим признакам.

3. Сравнительный анализ существенных признаков новой (авторской) разработки и известного прототипа на предмет выявления эффективных качеств нового решения, определяющих критерии его патентоспособности.

4. Оформление заявки на выдачу патента: составление формулы предлагаемого решения (изобретения, полезной модели); описание уровня техники и раскрытие нового решения, подготовка чертежей, иллюстрирующих сущность решения, составление реферата и приложений.

5. Отправка заявки в Роспатент и переписка с экспертизой (при необходимости).

6. Получение патента.

В пятом и последующих примерах покажем особенности работы изобретателя с описанными информационными блоками.

В результате исследования возможностей геометрической комбинаторики составных структур на основе многоугольных линейчатых элементов была получена структурная плита, включающая четырёхугольные оболочки двойкой кривизны, очерченные прямолинейными боковыми кромками и соединённые друг с другом по кромкам с образованием противоположащих контурных ячеистых поясов, ячейки которых смещены относительно друг друга; причём оболочки расположены в двух состыкованных по рёбрам сплошных слоях; при этом наружные контурные кромки оболочек обоих слоёв образуют противоположащие контурные пояса из одинаковых шестиугольных ячеек, смещённых относительно друг друга так, что вершины ячеек обоих поясов через одну попарно соединены ребрами, перпендикулярными плоскостям обоих поясов; при этом центры таких соседних ребер попарно соединены диагональными серединными рёбрами с образованием треугольных ячеек серединного пояса, а центры каждого диагонального серединного ребра дополнительно соединены внутренними рёбрами с обоими контурными поясами (рис. 5 б).

Топология плиты представлена в двух вариантах (решения из Блока 2). По первому варианту в структурной плите центр каждого диагонального серединного ребра может быть соединен двумя парами внутренних рёбер с близлежащими сторонами шестиугольных ячеек противоположащих контурных поясов. По второму варианту в структурной плите центр каждого диагонального серединного ребра может быть соединён парой внутренних рёбер с двумя близлежащими сторонами шестиугольной ячейки какого-либо из поясов и одним внутренним ребром – с близлежащей вершиной шестиугольной ячейки противоположащего контурного пояса. При этом плита может быть собрана из предварительно изготовленных модулей.

Далее из Блока 1 был выбран наиболее близкий известный прототип – двухслойная структурная плита из

четырёхугольных оболочек типа гипара, соединённых по кромкам с образованием серединного пояса из квадратных ячеек; причём верхний и нижний пояса плиты образованы пирамидообразными вершинами оболочек, раскреплёнными трубчатыми элементами жёсткости (рис. 5 а).

Сравнительный морфологический анализ двух структур по критерию патентоспособности – изгибной жёсткости – позволил установить очевидное преимущество нового решения, имеющего целостную складчатую оболочку без дополнительных раскрепляющих элементов (у складчатой оболочки плиты-прототипа без трубчатых элементов жёсткость отсутствует).

Это преимущество обусловило патентоспособность решения, защищённого патентом РФ на полезную модель [31].

В шестом примере рассмотрим возможности совершенствования оболочек раздвижных модулей. В результате многолетних экспериментально-поисковых исследований была получена трансформируемая оболочка модуля раздвижного, имеющего трубчатое очертание и включающего

³ Следует подчеркнуть, что стрелки, изображенные на рисунках 5–7, отнюдь не означают, что новые решения получены на основе изображенных известных решений («прототипов») путём их модификации. Они только подчеркивают переход от известного и наиболее близкого решения к новому, обладающему большей технической эффективностью.

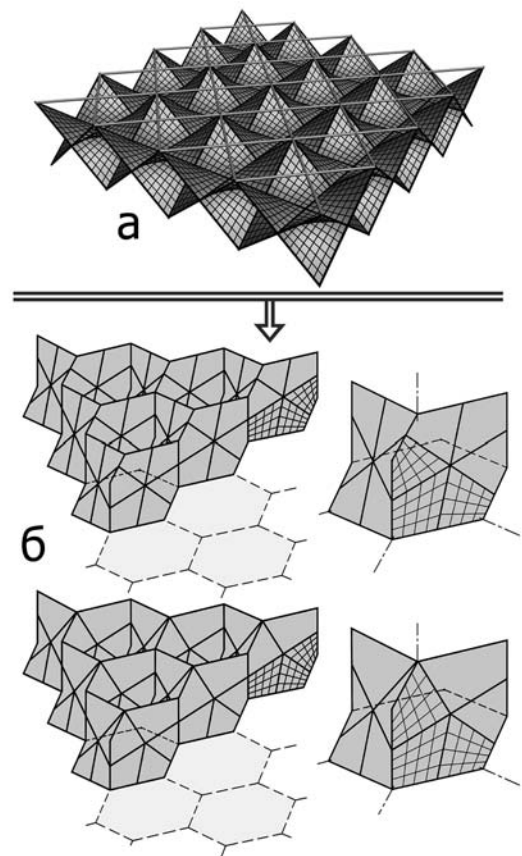


Рис. 5³. Решение составной структурной плиты: а) прототип; б) запатентованное решение в двух геометрических вариантах (источник – [31])

одинаковые складчатые кольцеобразные секции, последовательно состыкованные друг с другом и составленные из многоугольных тонкостенных панелей, соединённых по кромкам гибкими/шарнирными связями, две противоположные стороны каждой кольцеобразной секции выполнены зеркально симметричными относительно друг друга, где каждая сторона образована двумя парами одинаковых панелей формы параллелограмма, состыкованных по боковым сторонам под углом друг к другу, а две другие противоположные стороны каждой кольцеобразной секции образованы складками из пар одинаковых прямоугольных панелей; причём торцевые кромки параллелограмматических панелей противоположных зеркально симметричных сторон каждой кольцеобразной секции состыкованы с соответствующими участками Л-образных кромок двух складок из прямоуголь-

ных панелей; при этом в максимально плотном/сложенном состоянии все параллелограмматические панели обеих противоположных сторон трансформируемой структуры уложены внутрь пакета, а в полностью раскрытом состоянии они являются взаимно компланарными в пределах каждой из сторон, где контурные кромки каждой кольцеобразной секции образуют прямоугольник (рис. 6 б) – решение из Блока 2.

Далее из информационного Блока 1 была выбрана наиболее близкая к полученному решению по совокупности существенных морфологических признаков оболочка – известная складчатая трубчатая структура, включающая полигональные складчатые секции из ромбовидных складок (рис. 6 а).

Сравнительный анализ двух решений по основным критериям патентоспособности – принципиальной возможности свободной обратимой трансформации структуры и максимальной степени пакетируемости – обозначил главный недостаток прототипа – невозможность свободной обратимой трансформации замкнутого трубчатого объёма без деформации и разрушения оболочки в результате смятия складок и разрыва рёбер, что исключает его использование в различных ответственных объектах и тем самым снижает возможность его эффективного функционального использования.

Данное обстоятельство обусловило патентоспособность нового решения и получение патента на полезную модель [32].

В заключительном седьмом примере рассмотрим возможности совершенствования формы высотного здания.

В результате экспериментального компьютерного моделирования получена оболочка высотного здания, включающая тонкостенные изогнутые элементы, соединённые по кромкам, выполненная в виде многолучевого конического отсека, где наклонные лучи исходят из вершины к основанию; причём между смежными лучами расположены однотипные вертикальные вогнутые цилиндрические отсеки, присоединённые к лучам конического отсека по кромкам с образованием выпуклых рёбер (рис. 7 б) – решение из Блока 2.

Из Блока 1 была выбрана наиболее близкая по морфологическим признакам оболочка-прототип, включающая призматические клиновидные пилоны, поперечное сечение которых уменьшается от основания к вершине, состыкованные по рёбрам вдоль центрального ствола. Пилоны могут стыковаться друг с другом под углом 90° или 120°, образуя в плане четырёх- или трёхлучевую звезду [так, в качестве прототипа из всех известных «пилонных» зданий была выбрана башня «Россия», ММДЦ, Москва; высота 600 м; проект архитектурного бюро «Фостер и партнёры» (Foster & Partners)] [33] (рис. 7 а).

От прототипа предложенное решение отличается тем, что пилоны оболочки образованы отсечением цилиндрических вертикальных объёмных фрагментов из цельного конического объёма. При этом образование вогнутых цилиндрических отсеков на внешней оболочке здания в новом решении позволяет устранить рёбра стыковки пилонов вдоль цен-

⁴ Заметим, что опыты А.В. Коротича с экспериментальными объёмными моделями показали, что степень пакетируемости модуля (отношение длины конструкции в полностью раскрытом состоянии к её толщине в виде плотного пакета в максимально сложенном состоянии) при реализации совокупности существенных признаков может достигать значения 40:1!

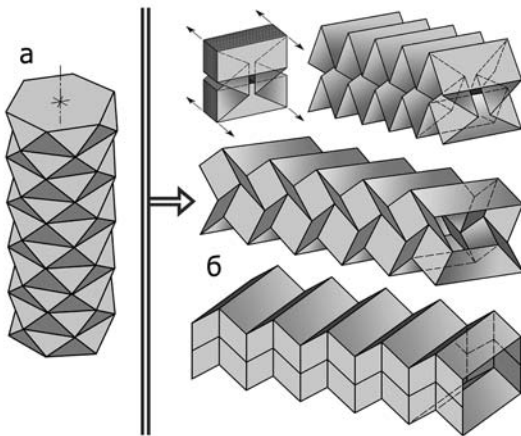


Рис. 6⁴. Решение раздвижного трубчатого модуля со складчатой оболочкой: а) прототип; б) запатентованное решение (источник – [32])

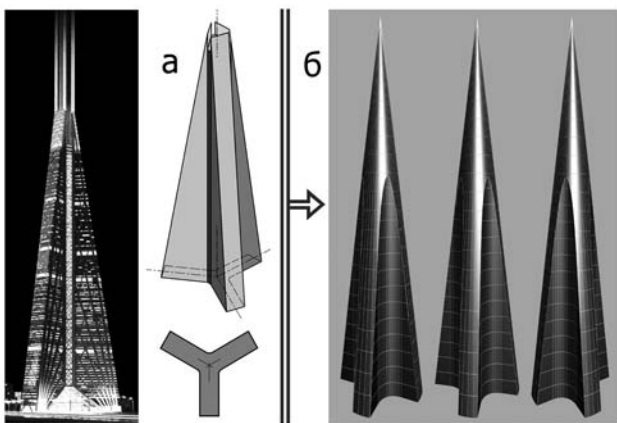


Рис. 7. Решение здания высотного: а) прототип; б) запатентованный вариант (источник – [34])

трального осевого ствола, которые являются аккумуляторами напряжений конструкции и ухудшают его аэродинамическую обтекаемость.

Таким образом, в результате сравнительного морфологического анализа двух форм оболочек по критерию патентоспособности «улучшение аэродинамической обтекаемости и снижение концентрации напряжений в центральной зоне» было выявлено преимущество предложенного решения, что позволило получить патент РФ на полезную модель [34].

Представленные примеры реализации «обратного» пути при формировании патентоспособных решений наглядно показывают его значительный изобретательский потенциал. При формировании в ходе учебной или профессиональной деятельности двух индивидуальных информационных блоков: возможных аналогов/прототипов и собственных патентоспособных разработок (новых технических решений), – у изобретателя появляется инструмент для обеспечения его значительным количеством патентов, число которых может резко возрасти при увеличении числа параметров, рассматриваемых при сравнительном анализе решений из блоков. Если изобретатель дополнительно овладеет несложными комбинаторными приёмами [14; 25] (например, морфологическим анализом), его информационные базы могут стать источником для формирования сотен патентоспособных решений.

Заключение

Изучение в архитектурно-строительных университетах и институтах возможностей методик «прямого» и «обратного» решений изобретательских задач позволит не только привить выпускникам интерес к изобретательскому творчеству, но также выступить в качестве катализатора инновационных процессов в отраслевых предприятиях: архитектурных бюро, инжиниринговых фирмах, подрядных организациях и т.п.

Следует подчеркнуть, что вышеизложенные методические подходы имеют в известной мере универсальный характер, они приемлемы для создания всего комплекса охраноспособных объектов, как защищаемых патентами РФ на изобретения и полезные модели, так и художественно-эстетических решений изделий, защищаемых патентами на промышленные образцы. При этом мы убеждены, что двумя принципиальными подходами сущность многообразного изобретательского творчества в архитектуре и строительстве далеко не исчерпывается.

Разработка новых методик поиска эффективных технических и художественно-эстетических решений архитектурно-строительных объектов в настоящее время приобретает особую актуальность в контексте межгосударственной конкуренции различных сфер интеллектуальной деятельности, обозначая не только границу инновационных поисков и решений, но и определяя технологический уровень держав на международной арене, а также способствуя укреплению государственного престижа и национальной безопасности нашей страны в русле научно-технического прогресса и глобальных вызовов XXI века.

Список источников

1. *Фомин, Н.И.* Обоснование разработки сервиса для обеспечения изобретательской деятельности студентов университета / Н.И. Фомин, Д.А. Летавин, Л.И. Миронова. – Текст : непосредственный // Перспективы науки. – 2023. – № 5 (164). – С. 184-190.
2. *Кравченко, И.Н.* Изобретательство и патентование / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, А.С. Дорохов и др. – Москва : Изд-во РГАУ–МСХА, 2016. – 171 с. – Текст : непосредственный.
3. *Шило, И.Н.* Практика целевого изобретательства в агроинженерии / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик [и др.] – Минск : БГАТУ, 2017. – 518 с. – Текст : непосредственный.
4. *Саркисов, С.К.* Инновации через призму архитектуры: кто способен изобретать, что следует изобретать в первую очередь и как создавать инновации / С.К. Саркисов. – Москва : URSS, 2022. – 336 с. – Текст : непосредственный.
5. *Попов, А.И.* Основы изобретательской деятельности (в области использования атомной энергии) / А.И. Попов, О.Л. Ташлыков. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2021. – 204 с. – Текст : непосредственный.
6. *Харченко, А.О.* Патентование и изобретательство. Практикум / А.О. Харченко, А.Г. Карлов, А.А. Харченко и др. – Москва : Центркаталог, 2018. – 112 с. – Текст : непосредственный.
7. *Шевченко, Б.А.* Основы технологии изобретательства / Б.А. Шевченко. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 323 с. – Текст : непосредственный.
8. *Глебов, И.Т.* Методы технического творчества / И.Т. Глебов – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 112 с. – Текст : непосредственный.
9. *Деулин, Е.А.* Основы инженерного изобретательства / Е.А. Деулин. – Москва : Горячая линия Телеком, 2023. – 144 с. – Текст : непосредственный.
10. *Соколов, Д.Ю.* Патентование изобретений в области высоких и нанотехнологий / Д.Ю. Соколов. – Москва : Техносфера, 2010. – 135 с. – Текст : непосредственный.
11. *Алексеев, Г.В.*, Основы защиты интеллектуальной собственности. Создание, коммерциализация, защита / Г.В. Алексеев, А.Г. Леу. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 387 с. – Текст : непосредственный.
12. *Абовский, Н.П.* Методология научного творчества. Научиться исследовать и изобретать / Н.П. Абовский. – Красноярск : СФУ, 2011. – 268 с. – Текст : непосредственный.
13. *Байбурин, А.Х.* Методы инноваций в строительстве / А.Х. Байбурин, Н.В. Кочарин. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 164 с. – Текст : непосредственный.
14. *Фомин, Н.И.* Разработка и защита технических решений в строительстве / Н.И. Фомин, Ю.Д. Лысова. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2020. – 156 с. – Текст : непосредственный.
15. *Нескоромных, В.В.* Изобретательство и патентование при геологоразведочных работах / В.В. Нескоромных, В.П. Рожков. – Красноярск : СФУ, 2013. – 334 с. – Текст : непосредственный.

16. *Кане, М.М.* Основы исследований, изобретательства и инновационной деятельности в машиностроении / М.М. Кане. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 365 с. – Текст : непосредственный.

17. *Пашкевич, М.Ф.* Исследования и изобретательство в машиностроении / М.Ф. Пашкевич, А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2005. – 287 с. – Текст : непосредственный.

18. *Ревенков, А.В.* Теория и практика решения технических задач / А.В. Ревенков, Е.В. Резчикова. – Москва : Форум; Инфра-М, 2017. – 383 с. – Текст : непосредственный.

19. *Царенко, И.В.* Основы изобретательства и инновационной деятельности в машиностроении / И.В. Царенко. – Гомель : ГГТУ, 2019. – 80 с. – Текст : непосредственный.

20. *Бакатин, Ю.П.* Техника изобретательства / Ю.П. Бакатин – Москва : МАДИ, 2013. – 156 с. – Текст : непосредственный.

21. *Шипинский, В.Г.* Методы инженерного творчества / В.Г. Шипинский. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 118 с. – Текст : непосредственный.

22. *Ефимов, В.В.* Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством / В.В. Ефимов. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 194 с. – Текст : непосредственный.

23. *Зуев, Ю.Ю.* Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений / Ю.Ю. Зуев. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2006. – 402 с. – Текст : непосредственный.

24. *Альшутлер, Г.С.* Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альшутлер. – Москва : Альпина Паблишер, 2015. – 402 с. – Текст : непосредственный.

25. *Раков, Д.Л.* Структурный анализ и синтез новых технических систем на базе морфологического подхода / Д.Л. Раков. – Москва : Либроком, 2011. – 159 с. – Текст : непосредственный.

26. *Бубенцов, В.Ю.* Пособие для подготовки и проведения Мозгового штурма / Бубенцов В.Ю., Бубенцов Н.В. – Москва : Солон-пресс, 2018. – 69 с. – Текст : непосредственный.

27. *Коротич А.В.* Модуль сферический : Патент РФ № 218035; опубл. 03.05.23; бюл. № 13.

28. *Коротич А.В.* Модуль сферический : Патент РФ № 218038; опубл. 03.05.23; бюл. № 13.

29. *Коротич А.В.* Сооружение : Патент РФ № 105653; опубл. 20.06.11; бюл. № 17.

30. *Коротич А.В.* Сооружение : Патент РФ № 116542; опубл. 27.05.12; бюл. № 15.

31. *Коротич А.В.* Плита структурная : Патент РФ № 204592; опубл. 01.06.21; бюл. № 16.

32. *Коротич А.В.* Модуль раздвижной : Патент РФ № 207561; опубл. 02.11.21; бюл. № 31.

33. *Коротич А.В.* Небоскреб как произведение пластического искусства : монография / А.В. Коротич. – Екатеринбург : Архитектон, 2018. – 404 с. – Текст : непосредственный.

34. *Коротич А.В.* Здание высотное : Патент РФ № 105921; опубл. 27.06.11; бюл. № 18.

References

1. Fomin N.I., Letavin D.A., Mironova L.I. Obosnovanie razrabotki servisa dlya obespecheniya izobretatel'skoi deyatel'nosti studentov universiteta [Rationale for the Development of a Service to Ensure the Inventive Activity of University Students]. In: *Perspektivy nauki [Science Prospects]*, 2023, no. 5 (164), pp. 184–190. (In Russ., abstr.in Engl.)

2. Kravchenko I.N., Kravchenko I.N., Korneev V.M., Dorokhov A.S. [et al.]. Izobretatel'stvo i patentovedenie [Invention and Patent Science]. Moscow, RGAU-MSkHA Publ., 2016, 171 p. (In Russ.)

3. Shilo I.N. Romanyuk N.N., Ageichik V.A. [et al.]. Praktika tselevogo izobretatel'stva v agroinzhenierii [Practice of Targeted Invention in Agricultural Engineering]. Minsk : BGATU Publ., 2017, 518 p. (In Russ.)

4. Sarkisov S.K. Innovatsii cherez prizmu arkhitektury: kto sposoben izobretat', chto sleduet izobretat' v pervuyu ochered' i kak sozdavat' innovatsii [Innovation through the Prism of Architecture: Who is Capable of Inventing, What Should Be Invented First and How to Create Innovations]. Moscow, URSS Publ., 2022, 336 p. (In Russ.)

5. Popov A.I., Tashlykov O.L. Osnovy izobretatel'skoi deyatel'nosti (v oblasti ispol'zovaniya atomnoi energii) [Fundamentals of Inventive Activity (in the Field of Use of Atomic Energy)]. Ekaterinburg, Ural University Publishing House, 2021, 204 p. (In Russ.)

6. Kharchenko A.O., Karlov A.G., Kharchenko A.A. [et al.]. Patentovedenie i izobretatel'stvo. Praktikum [Patenting and Invention. Workshop]. Moscow, Tsentrkatalog Publ., 2018, 112 p. (In Russ.)

7. Shevchenko, B.A. Osnovy tekhnologii izobretatel'stva [Fundamentals of Invention Technology]. Staryi Oskol, TNT Publ., 2015, 323 p. (In Russ.)

8. Glebov I.T. Metody tekhnicheskogo tvorchestva [Methods of Technical Creativity]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2022, 112 p. (In Russ.)

9. Deulin E.A. Osnovy inzhenernogo izobretatel'stva [Fundamentals of Engineering Invention]. Moscow, Goryachaya liniya Telekom [Telecom Hotline] Publ., 2023, 144 p. (In Russ.)

10. Sokolov D.Yu. Patentovanie izobretenii v oblasti vysokikh i nanotekhnologii [Patenting Inventions in the Field of High and Nanotechnologies]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2010, 135 p. (In Russ.)

11. Alekseev G.V., Leu A.G. Osnovy zashchity intellektual'noi sobstvennosti. Sozdanie, kommertsializatsiya, zashchita [Fundamentals of Intellectual Property Protection. Creation, Commercialization, Protection]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2018, 387 p. (In Russ.)

12. Abovskii N.P. Metodologiya nauchnogo tvorchestva. Nauchit'sya issledovat' i izobretat' [Methodology of Scientific

Creativity. Learn to Research and Invent]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2011, 268 Methodology of scientific creativity. Learn to research and invent. (In Russ.)

13. Baiburin, A.Kh., Kocharin N.V. Metody innovatsii v stroitel'stve [Methods of Innovation in Construction]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 164 p. (In Russ.)

14. Fomin N.I., Lysova Yu.D. Razrabotka i zashchita tekhnicheskikh reshenii v stroitel'stve [Development and Protection of Technical Solutions in Construction]. Ekaterinburg, Ural University Publishing House, 2020, 156 p. (In Russ.)

15. Neskorumnykh V.V., Rozhkov V.P. Izobretatel'stvo i patentovedenie pri geologorazvedochnykh rabotakh [Invention and Patenting during Geological Exploration]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2013, 334 p. (In Russ.)

16. Kane M.M. Osnovy issledovaniy, izobretatel'stva i innovatsionnoi deyatel'nosti v mashinostroenii [Fundamentals of Research, Invention and Innovation in Mechanical Engineering]. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 2018, 365 p. (In Russ.)

17. Pashkevich M.F., Zholobov A.A., Mrochek Zh.A. Issledovaniya i izobretatel'stvo v mashinostroenii [Research and Invention in Mechanical Engineering]. Minsk : Adukatsyya i vykhavanne [Education and Upbringing] Publ., 2005, 287 p. (In Russ.)

18. Revenkov A.V., Rezchikova E.V. Teoriya i praktika resheniya tekhnicheskikh zadach [Theory and Practice of Solving Technical Problems]. Moscow, Forum; Infra-Moscow, Publ., 2017, 383 p. (In Russ.)

19. Tsarenko I.V. Osnovy izobretatel'stva i innovatsionnoi deyatel'nosti v mashinostroenii [Fundamentals of Invention and Innovative Activity in Mechanical Engineering]. Gomel', GGTU Publ., 2019, 80 p. (In Russ.)

20. Bakatin Yu.P. Tekhnika izobretatel'stva [Invention Technique]. Moscow, MADI Publ., 2013, 156 p. (In Russ.)

21. Shipinskii V.G. Metody inzhener'nogo tvorchestva [Methods of Engineering Creativity]. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 2016, 118 p. (In Russ.)

22. Efimov V.V. Sbornik metodov poiska novyi idei i reshenii upravleniya kachestvom [Collection of Methods for Searching

for New Ideas and Solutions for Quality Management]. Ul'yanovsk, ULGTU Publ., 2011, 194 p. (In Russ.)

23. Zuev Yu.Yu. Osnovy sozdaniya konkurentosposobnoi tekhniki i vyrabotki effektivnykh reshenii [Fundamentals of Creating Competitive Technology and Developing Effective Solutions]. Moscow, MEI Publishing House, 2006, 402 p. (In Russ.)

24. Al'tshuller G.S. Naiti ideyu: Vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatel'skikh zadach [Find an Idea: Introduction to TRIZ – the Theory of Solving Inventive Problems]. Moscow, Al'pina Publisher, 2022, 402 p. (In Russ.)

25. Rakov D.L. Strukturnyi analiz i sintez novykh tekhnicheskikh sistem na baze morfologicheskogo podkhoda [Structural Analysis and Synthesis of New Technical Systems Based on the Morphological Approach]. Moscow, Librokom Publ., 2011, 159 p. (In Russ.)

26. Bubentsov V.Yu., Bubentsov N.V. Posobie dlya podgotovki i provedeniya Mozgovogo shturma [A Manual for Preparing and Conducting Brainstorming]. Moscow, Solon-press Publ., 2018, 69 p. (In Russ.)

27. Korotich A.V. Modul' sfericheskii [Spherical Module]. Patent RF no. 218035, Publ. 05/03/2023, Bull. no. 13. (In Russ.)

28. Korotich A.V. Modul' sfericheskii [Spherical Module]. Patent RF no. 218038, Publ. 05/03/23, Bull. no. 13. (In Russ.)

29. Korotich A.V. Sooruzhenie [Construction]. Patent RF no. 105653, Publ. 06/20/2011, Bull. no. 17. (In Russ.)

30. Korotich A.V. Sooruzhenie [Construction]. Patent RF v116542, Publ. 05/27/2012, Bull. no. 15. (In Russ.)

31. Korotich A.V. Plita strukturnaya [Structural Plate]. Patent RF no. 204592, Publ. 06/01/2021, Bull. no. 16.

32. Korotich A.V. Modul' razdvizhnoi [Sliding module]. Patent RF no. 207561, Publ. 11/02/2021, Bull. no. 31. (In Russ.)

33. Korotich, A.V. Neboskreb kak proizvedenie plasticheskogo iskusstva [SKYScrapers as a Work of Plastic Art], monograph. – Ekaterinburg, Arkhitekton Publ., 2018, 404 p. (In Russ.)

34. Korotich, A.V. Zdanie vysotnoe [High-Rise Building]. Patent RF № 105921, Publ. 06/27/2011, Bull. no. 18. (In Russ.)