

УДК 67.05

**ПОСТРОЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЛАНДШАФТА  
ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ***А.С. Николаев<sup>1</sup>, К.В. Сулова<sup>1</sup>*<sup>1</sup>Университет ИТМО

Адрес для переписки: karina.suslova@outlook.com

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию 08.09.2020, принята к печати 24.09.2020

Язык статьи – русский

**Ссылка для цитирования:** Николаев А.С., Сулова К.В. Построение инновационного ландшафта технологии трехмерной печати // Экономика. Право. Инновации. 2020. № 3. С. 62–68.

**Аннотация:** Проведен анализ аддитивной технологии 3D-печати в формате построения инновационного ландшафта. Определены перспективы рынка рассматриваемой инновации, даны рекомендации по дальнейшему развитию. Дана характеристика аддитивной технологии, рассмотрена классификация по признакам, оказывающим влияние на качество конечного изделия, скорость производства и стоимость изготовления. Приведена география производства с обозначением мировых лидеров, определена рыночная ниша продукта и его сегменты. Выполнены оценка разработанности технологии, масштабности применения на данный момент времени, выявлены существующие недостатки, которые могут негативно повлиять на производство, а также даны рекомендации о целесообразности её распространения. На основе анализа непатентных источников представлены данные об этапах развития 3D-принтеров в странах, лидирующих по использованию данной технологии, а также рассмотрены области с наиболее высокой степенью внедрения инновации в производство. По результатам полученных данных дана оценка аддитивной технологии как перспективной инновации, обеспечивающей конкурентное преимущество компаний. Проведен анализ эффективности её внедрения в производство. Для формирования рекомендаций по развитию рынка также проведен патентный анализ аддитивной технологии. Представлены перспективы развития рынка 3D-принтеров, даны рекомендации для компаний-разработчиков и внедряющих предприятий по дальнейшим шагам, которые необходимо предпринять для более активного распространения технологии.

**Ключевые слова:** 3D-принтер, 3D-печать, аддитивная технология, инновация, новшество, патентный анализ, технология, рынок, инновационный ландшафт

**THE CREATION OF THE INNOVATION LANDSCAPE OF A 3D-PRINTER***A. Nikolaev<sup>1</sup>, K. Suslova<sup>1</sup>*<sup>1</sup>ITMO University

Corresponding authors: karina.suslova@outlook.com

**Article info:**

Received 08.09.2020, accepted 24.09.2020

Article in Russian

**For citation:** K. Suslova, A. Nikolaev. The creation of the innovation landscape of a 3D-printer. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2020. No. 3. pp. 62–68.

**Abstract:** The authors of the article analyzed the additive technology of 3D printing in the format of building an innovative landscape. The prospects for the market of the innovation under consideration are determined, and recommendations for further development are given. In the course of the study, the characteristics of the additive technology were given, as well as the classification according to the features that affect the quality of the final product, the speed of production and the cost of production. The geography of production with the designation of world leaders is given, the market niche of the product and its segments are determined. An assessment of the development of the technology, the scale of its application at a given point in time was carried out, the existing shortcomings that could negatively affect production were identified, and recommendations on the advisability of its distribution were given. Based on the analysis of non-patent sources, data on the stages of development of 3D printers in the countries that are the leaders in the use of this technology are presented, as well as the areas with the highest degree of implementation of innovation in

production. Based on the results of the data obtained, an assessment of additive technology as a promising innovation that provides a competitive advantage for companies is given. The analysis of the effectiveness of its implementation in production is carried out. To formulate recommendations for market development, a patent analysis of additive technology was also provided. The prospects for the development of the market of 3D printers are presented, recommendations are given for development companies and implementing enterprises on further steps to be taken for a more active dissemination of the technology.

**Keywords:** 3D printer, 3D printing, additive technology, innovation, patent analysis, technology, market, innovative landscape

**Введение.** Современная экономическая реальность неразрывно связана с инновационной деятельностью, которая выступает в качестве обязательного условия обеспечения устойчивого развития организаций. Для достижения конкурентного преимущества необходимо выводить на рынок усовершенствованные товары, оптимизировать затраты на производство, повышать качество продукции и скорость производства [11].

Описанные процессы невозможны без использования инновационных технологий, которые рассматриваются экспертами рынка не только как самостоятельное направление продуктового развития предприятий, но и в качестве сервисных решений, призванных облегчить или оптимизировать реализацию основных производственных и инновационных процессов. Подобные технологии формируют так называемый новый базис – опорные разработки, с использованием которых можно будет решать более сложные задачи с меньшими затратами. К числу описываемых технологий относится и трехмерная печать. Сегодня 3D-принтеры рассматриваются как эффективный инструмент, а потому анализ развития данной технологии становится интересным направлением для проведения исследований в области оценки влияния технологии на различные отрасли общественного производства, степени проникновения в бизнес-процессы. Наиболее комплексным способом проведения всестороннего исследования технологии является построение технологического ландшафта.

**Постановка задачи (Цель исследования).** Цель исследования – построение технологического ландшафта технологии трехмерной печати для определения основных тенденций текущего и перспективного развития данной технологии.

**Методика исследования.** Методологической основой исследования послужили

аналитические материалы, описывающие принцип действия трехмерной печати, основные функции и направления применения 3D-принтеров. В ходе исследования применялись как общенаучные методы (анализ, синтез, аналогия) так и методы анализа патентной информации. Использовался инструментарий патентных ландшафтов.

**Обзор технологии.** 3D-принтеры представляют собой аддитивную технологию, позволяющую печатать объекты путем цифрового проектирования, а затем послойного воссоздания с помощью специальных печатающих устройств. На сегодняшний момент данные устройства являются востребованными и применяется в абсолютно разных сферах: от печати рабочей версии автомобиля до корпуса вертолетного двигателя.

3D-печать подразделяется на пять основных типов в зависимости от способа наложения слоев: SLS, SLA, FDM, MJM, DLP. От типа печати зависят такие факторы как толщина слоев, скорость получения готового изделия и, конечно же, стоимость печати. От типа также зависит, для какой задачи или области будет применяться полученный объект [7].

По цели использования принтеры разделяют на профессиональные и для домашнего использования. Принтеры для домашнего использования зачастую поддерживают метод 3D-печати FDM из-за доступности расходных материалов, относительно низкой стоимости по сравнению с иными методами. Конечно, изделия получаются не такого высокого качества, как при использовании профессиональных принтеров, и скорость печати заметно ниже, но для знакомства с технологией и использования в личных целях этот вариант является приемлемым.

Принтеры для профессионального использования включают в себя наличие большего числа функциональных назначений,

которые позволяют адаптировать изделия к изменяющимся потребностям производства. Из-за использования тонких слоев, что означает увеличение их количества, конечная деталь получается гладкой и не требует дополнительной доработки. Все эти преимущества по отношению к принтерам домашнего использования влияют на стоимость профессиональных 3D-принтеров.

Качество получаемого продукта зависит не только от метода печати или уровня самого принтера, но и от материалов для печати. Их выбор играет важную роль при производстве деталей с помощью аддитивной технологии, так как используемые материалы могут значительно повлиять на стоимость изделия и его внешний вид.

**Обзор ранка 3D-принтеров.** География производства 3D-принтеров очень широка: Европа, США, Китай, Россия. Однако степень владения данной технологией в разных регионах неодинакова.

США – лидер производства 3D-принтеров. Основными компаниями-производителями являются [5]:

1. 3DSYSTEMS – компания, основанная человеком, который создал первый в мире 3D-принтер и запатентовал его в 1986 году.

2. STRATASYS – компания, основанная на 2 года позже в 1988 году, чем предыдущая, Скоттом Крапом, который изобрел и запатентовал метод печати FDM.

3. Formlabs – компания, которая была основана в 2011 году, гораздо позже в сравнении с предыдущими, но тем не менее уже в 2018 году она оценивалась в 1 миллиард долларов.

4. MakerBot – компания, основанная в 2009 году, которая первой сделала 3D-принтеры доступными не только промышленным гигантам, но и обычным пользователям.

Отдельную нишу в производстве 3D-принтеров занимает Китай. Правительство Китая на протяжении последних лет активно инвестирует в данную отрасль. К лидерам относятся: TierTime, Shenzhen Anet Technology, Raise3D.

Отличительной чертой российского рынка является то, что он начал освоение 3D-технологии несколько позже, чем страны, упомянутые выше. Если в США, Китае и Ев-

ропе активный интерес к 3D-принтерам возник в начале 2000-х, то Россия стала заявлять о себе только в последние годы. Несмотря на это, отечественные производители набирают стремительный темп развития и уже показывают высокие результаты даже по меркам мирового сообщества. Бесспорным лидером на российском рынке является компания PICASO3D, которая была основана студентами Московского Института Электронной техники в 2011 году.

Однозначно определить рыночную нишу, которую занимает 3D-принтер, довольно непросто. Это связано с тем, что использовать данную технологию можно практически во всех сферах нашей жизни. Сегодня более 50% рынка использования 3D-принтеров занимают такие отрасли как автомобилестроение, авиастроение, промышленность, медицина, потребительские сектор [8].

Основываясь на анализе, который был проведен в 2018 году консультантами J'son&Partners Consulting, можно отметить, что рынок 3D-принтеров на данный момент только перешел в стадию динамичного роста. Происходит совершенствование дизайна внешнего вида устройств, разработка новых материалов печати, оптимизация методов печати и самого программного обеспечения. Технология уже используется в производстве и коммерческой эксплуатации, и, опираясь на прогноз, можно смело сказать, что с каждым годом будет только расти [3].

Более 40% компаний, которые являются глобальными лидерами мировой промышленности, так или иначе используют 3D-принтеры в своем производстве. Прогнозируется, что к 2030 году около 65% всей изготавливаемой продукции будет производиться с использованием 3D-печати. Это показывает огромный потенциал рассматриваемой технологии [3].

Следует отметить, что уровень проникновения 3D-принтеров в производство во многом зависит от уровня самой компании, которая занимается внедрением данного изобретения в свои технологические процессы. Из чего следует вывод, что для развития и бурного распространения аддитивной технологии необходим переход компаний на более зрелый технологический уровень.

Если обратиться к развитию рынка 3D-печати в России, то можно сказать, что оно распределено по отраслям неравномерно. Например, в гражданских отраслях производства аддитивная технология находится на стадии формирования, то есть не применяется для массового производства. В то же время такие государственные корпорации как Ростех, Росатом, Роскосмос имеют высокий уровень оснащённости данными технологиями. На промышленной выставке «Иннопром-2018», проходившей в Екатеринбурге, был разработан и принят «Комплексный план мероприятий по развитию и внедрению аддитивных технологий в Российской Федерации на период 2018-2025 гг.».

Можно смело говорить о том, что Россия в будущем сможет занять своё место в числе лидеров по освоению данной технологии благодаря следующим факторам:

- активно появляются компании, занимающиеся разработкой аддитивных технологий;
- развивается производство дорогостоящих 3D-принтеров для промышленных целей;
- растёт число предприятий, активно использующих технологию в рабочих процессах;
- существует государственная поддержка.

**Анализ непатентных источников информации.** Анализ источников непатентной информации о технологии проводился на основе публикаций в СМИ и сети Интернет. Опираясь на информацию в СМИ, был сделан вывод, что изобретение на данный момент пользуется высокой популярностью. Особенно уделяется внимание использованию трехмерной печати в области пищевой промышленности и строительстве. Так, активно освещалась печать шоколадных изделий с жидкой начинкой, масок для футболистов, защищающих от травм или разгружающих поврежденные части тела, «ледовых» скульптур из полупрозрачного пластика, сосудов и клапанов сердца.

Если мы обратимся к Google Trends – инструменту для оценки популярности того или иного интернет-запроса, то сможем увидеть, что пиком популярности 3D-принтеров в мире стал май 2014 года [1]. Причём Рос-

сия является страной с наивысшим уровнем интереса к данной теме, и в ней наибольшую популярность запросы по 3D-принтерам приобрели чуть раньше, чем в остальном мире: декабрь 2014 года. За Россией идут Нидерланды, Япония, Украина и Испания.

Однако данные о повышенном интересе к изобретению в 2014 году совсем не говорят о том, что именно в этом году технология была наиболее востребованной, ведь уже в 2015 году акции лидирующих компаний упали в цене на 80% по сравнению со своими наивысшими значениями. Причинами стали большой разрыв в качестве и возможности выбора материалов для печати между принтерами профессиональными и для домашнего использования. Иначе говоря, принтеры для домашнего использования, доступные по цене среднестатистическому заинтересованному покупателю, оказались не востребованы из-за низкого качества получаемых изделий.

В 2019 году французская компания Sculpteo, специализирующаяся на прототипировании и производстве объектов посредством 3D-принтера, опубликовала результаты опроса, который проводился в 2017 и 2018 годах. Данные опроса показали, что наличие 3D-печати считается конкурентным преимуществом, и с течением времени компании всё охотнее начинают использовать эту технологию в своем производстве. Более того, у 66% опрошенных компаний уже имеется 1 или более 3D-принтеров. И это всё несмотря на то, что популярность запросов в поисковых сервисах в 2019 году ниже, чем в 2014 на 37%, а уровень внедрения технологии в производство растёт [4].

Снижение количества запросов, связанных с аддитивной технологией, можно отнести к повышению осведомленности людей о данном изобретении. Большинство людей так или иначе сталкивалось с 3D-принтерами, поэтому необходимость в поиске информации о том, что они из себя представляют, отпадает.

Сегодня на основе мониторинга непатентных источников можно выделить несколько факторов, которые помогут сделать 3D-принтеры еще более эффективными и полезными для компаний. В перечень этих факторов вошли такие, как повышение ква-

лификации действующих сотрудников, снижение затрат на 3D-печать, а также увеличение инвестиций в данную технологию.

В качестве платформы для исследования была использована электронная система eLibrary.ru, которая является крупнейшей электронной библиотекой научных публикаций в нашей стране. Проведен поиск по ключевым словам «3D-принтер» и «3D-печать». Статей, связанных только с первым словосочетанием, существует около 12 000. Причем за ноябрь-декабрь 2019 года их число увеличилось более, чем на 1 000. По ключевой фразе «3D-печать» было найдено 23 500 публикаций [10].

По цели написания и внутреннему содержанию статьи можно разделить на 3 большие группы. Первая включает в себя использование аддитивной технологии в различных отраслях, ко второй группе относятся публикации, содержащие информацию по сборке 3D-принтера, анализу комплектующих деталей и оценке параметров печати, а третья группа публикаций рассматривает правовые аспекты технологии, то есть продукт 3D-печати как объект интеллектуальной собственности.

Однако несмотря на то, что в настоящее время технология 3D-принтера находится в фазе интенсивного роста, и о данном изобретении осведомлены не только профессионалы, но и люди, не связанные с исследуемой отраслью, всё ещё предстоит предпринять определенные шаги, чтобы аддитивная технология стала использоваться в производстве повсеместно.

Первая проблема состоит в том, что технология всё ещё недостаточно развита для производства сложных деталей высокого качества по конкурентоспособной цене. При условии печати большого объема какой-либо продукции стоимость на затраченные материалы и саму технологию будет значительно превышать стоимость этой же детали, изготовленной обычным способом, что абсолютно точно не соответствует интересам компаний.

Второй проблемой можно назвать неготовность самих предприятий к внедрению 3D-принтеров. Компания должна достигнуть определенного уровня технологической зрелости для приобретения и использования

данной технологии. К сожалению, на сегодняшний день не так много предприятий находятся на необходимой ступени развития. Хотя, опираясь на данные исследований Jon's Consulting, к 2030 году эта ситуация может резко измениться, и уже 65% всей изготавливаемой продукции будет производиться с помощью 3D-печати [3].

**Обзор патентных источников информации.** Первое появление 3D-принтеров в публичном поле произошло в 1986 году, когда американец Чарльз Халом подал заявку на получение патента. Основным отличием самого раннего аналога от нынешнего 3D-принтера является то, что у современных устройств есть возможность создать трехмерную модель разной степени сложности с помощью множества разных программ. В конце 20 века подобных инструментов ещё не было, поэтому для того, чтобы спроектировать объект, Чарльз писал программный код для каждой отдельной формы. В связи с этим первые фигуры были очень простыми. Стоит также отметить, что первый 3D-принтер работал только по методу стереолитографии или SLA [6].

В тот же год, в который Чарльз создал свое изобретение, он основал компанию «3D systems», которая вплоть до сегодняшнего дня является одним из лидеров на рынке 3D-принтеров.

Метод SLS был представлен в том же году, но уже другим американским разработчиком – Карлом Деккардом. Представленная модель 3D-принтера не была способна печатать какие-либо формы, лишь обычные части пластика. Она была разработана для того, чтобы проверить возможность реализации печати путем лазерного спекания. Патент был выдан студенту техасского Университета в 1997 году

Метод FDM является наиболее простым и распространенным из-за доступности расходных материалов и относительно низкой стоимости. Тем не менее, он был изобретен уже после открытия SLA и SLS. Патентная заявка на данный метод была подана компании Stratasys, одним из лидеров рынка 3D-принтеров, в 1989 году. Уже в начале 90-х годов XX века данную технологию начали применять в медицине. Например, с её по-

мощью производили капы для выравнивания зубов.

Существуют и иные методы 3D-печати, но SLA, SLS и FDM являются основными. Именно с них началось более детальное освоение аддитивной технологии. Стоит отметить, что все они были изобретены и запатентованы в США в 80-х годах XX века. Срок действия на все три основополагающих патента, которые мы рассматривали выше, истек около 6 лет назад, так как срок действия исключительных прав на изобретение составляет только 20 лет. После этого использовать, производить или продавать запатентованное изобретение можно без разрешения патентообладателя. А это значит, что с 2014 года на рынке 3D-принтеров открылись большие возможности.

При осуществлении патентного поиска через базу данных Espacenet по ключевым словам «3D-printer», было найдено более 35 тысяч патентов. Все они входят во временной промежуток с 1987 по 2019 гг. [2].

Если обратиться к интернет-ресурсу «Яндекс. Патент», то можно увидеть, что всего в России существует 503 патента, связанных с 3D-принтерами. Причем годом, в котором запатентовали наибольшее количество заявок, является 2017 г.: было выдано 100 охранных документов [9]. Однако, начиная с 2017 года, происходит снижение количества получивших патенты заявок: в 2019 году выдано всего 36 охранных документов, что на 65% меньше, чем в год пикового значения.

В 2014 году американская корпорация Apple подала заявку на патент цветного 3D-принтера, а в 2018 году получила патент. Тот факт, что крупнейший игрок на рынке инновационных технологий обратил внимание на 3D-принтеры, может говорить о перспективности данной отрасли, а также о том, что она продолжит развиваться в будущем.

**Выводы и рекомендации.** В результате построения инновационного ландшафта по технологии трехмерной печати было выявлено, что аддитивная технология находится на этапе интенсивного роста и развития. Для достижения более активного распространения и использования ее в производстве необходимо предпринять определенные действия с позиции трех сторон: производителей тех-

нологии, внедряющих предприятий и государства.

Компаниям-производителям 3D-принтеров необходимо совершенствоваться в вопросах качества получаемой продукции и точности деталей при массовом производстве. Качество продукции на выходе можно повысить следующими способами:

- постоянное наблюдение за процессом печати и контролем показателей получаемых деталей со стороны предприятий, использующих 3D-принтер для массового производства;

- повышение точности печати и надежности технологии со стороны компании-производителя. Также требуется расширение ассортимента материалов, используемых в печати. На данный момент их число ограничено, что негативно сказывается на возможностях и сферах использования.

Внедряющие предприятия должны пройти три этапа, чтобы начать использовать 3D-принтеры в массовом производстве:

1. Тестирование. Проведение исследования с целью понимания возможностей 3D-принтеров, их ограничений и подбора метода печати, наиболее подходящего для определенного вида производства. Данный этап включает приобретение технологии и появления кадров, способных оказывать техническую поддержку.

2. Прототипирование и мелкосерийное производство. Производится создание макетов, прототипов или простых деталей. Как правило, на этот момент предприятие обладает лишь одним устройством.

3. Массовое производство. Данный этап подразумевает наличие большого количества специализированных 3D-принтеров, подходящих для производства сложных деталей разных уровней. Главная характеристика этапа – начало массового производства (от 100 тыс. деталей в год) с использованием технологии.

С позиции государства следует предпринять шаги для оказания более активной поддержки распространения аддитивных технологий. Например, использование их возможностей при решении задач федеральных целевых программ России. Это положительно повлияет на их развитие и на осведомленность предприятий

о наличии новой технологии производства.

Таким образом, на пути к внедрению технологии в повседневную жизнь предстоит пройти трудоёмкий и дорогостоящий процесс для всех вовлеченных сторон.

#### Список литературы:

1. Google Trends [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.google.ru/trends/?geo=RU>
2. Патентная база Европейского патентного ведомства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/> (in Eng)
3. Рынок 3D печати в России и в мире // JSON.TV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rynok-3d-pechati-v-rossii-i-mireadditivnoe-proizvodstvo-ap-additive-manufacturing-am-2018-g-20190117060056](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-3d-pechati-v-rossii-i-mireadditivnoe-proizvodstvo-ap-additive-manufacturing-am-2018-g-20190117060056)
4. Как рынок 3D печати рос в 2018 году и что это значит для бизнеса. // Habr.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://habr.com/ru/company/iqb\\_technologies/blog/441172/](https://habr.com/ru/company/iqb_technologies/blog/441172/)
5. Компании-лидеры в области 3D печати // 3Dpulse.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.3dpulse.ru/news/analitika/top-10-kompanii-v-oblasti-3dpechati-predstavlennyh-nabirzhe/>
6. 3D печать: триумф спустя 30 лет // IQB Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/chuck-hull-story>
7. 3D-принтер. Что это и как он работает // GeekBrains [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://geekbrains.ru/posts/how\\_3d\\_printing\\_works](https://geekbrains.ru/posts/how_3d_printing_works)
8. 3D-принтер // 3DToday [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/wiki/3Dprinter/>
9. Сервис поиска по патентам и авторским свидетельствам «Яндекс.Патенты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/patents>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
11. Дробот П.Н., Галиуллина А.Ш., Тимофеева В.А., Сбитнева А.А. Инструменты управления инновационными проектами // Экономика. Право. Инновации. № 2. 2020. С. 46–53

Однако не вызывает сомнений, что технология трехмерной печати может способствовать оптимизации производственных процессов в самых разных отраслях народного хозяйства.

#### References:

1. Google Trends. Available at: <https://trends.google.ru/trends/?geo=RU> (in Rus)
2. Patent database of the European patent office. Available at: <https://worldwide.espacenet.com/>
3. 3D printing market in Russia and in the world. JSON.TV Available at: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rynok-3d-pechati-v-rossii-i-mireadditivnoe-proizvodstvo-ap-additive-manufacturing-am-2018-g-20190117060056](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-3d-pechati-v-rossii-i-mireadditivnoe-proizvodstvo-ap-additive-manufacturing-am-2018-g-20190117060056) (in Rus)
4. How the 3D printing market grew in 2018 and what it means for business. *Habr.com* Available at: [https://habr.com/ru/company/iqb\\_technologies/blog/441172/](https://habr.com/ru/company/iqb_technologies/blog/441172/) (in Rus)
5. Companies-leaders in the field of 3D printing. *3Dpulse.ru* Available at: <https://www.3dpulse.ru/news/analitika/top-10-kompanii-v-oblasti-3dpechati-predstavlennyh-nabirzhe/> (in Rus)
6. 3D printing: triumph after 30 years. *IQB Technologies*. Available at: <https://blog.iqb.ru/chuck-hull-story> (in Rus)
7. 3D-printer. What it is and how it works. *GeekBrains*. Available at: [https://geekbrains.ru/posts/how\\_3d\\_printing\\_works](https://geekbrains.ru/posts/how_3d_printing_works) (in Rus)
8. 3D printer. *3D Today*. Available at: <https://3dtoday.ru/wiki/3Dprinter/> (in Rus)
9. Search service for patents and copyright certificates «Yandex.Patents». Available at: <https://yandex.ru/patents> (in Rus)
10. Scientific electronic library «eLibrary». Available at: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (in Rus)
11. P. Drobot, A. Galiullina, V. Timofeeva, A. Sbitneva. Innovation project management tools. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2020. No. 2. pp. 46–53 (in Rus)