

МЕНЕДЖМЕНТ MANAGEMENT

DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-1-108-115



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338

Дата поступления: 10.01.2021

рецензирования: 15.02.2021

принятия: 26.02.2021

Инновационные технологии в машиностроении

Н.А. Дубровина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Российская Федерация

E-mail: nadubrovina@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8216-5209>

Аннотация: Темпы инновационного развития машиностроительного комплекса и его структурные изменения во многом определяются процессами автоматизации, цифровизации, совершенствованием машин и оборудования. В представленной статье рассматриваются инновационные технологии машиностроения. Основными трендами инновационного развития промышленного производства становятся: развитие высокотехнологичных ВЭД, формирование инновационного пространства, цифровизация экономики, создание единой базы данных инновационных разработок, формирование новой научной базы, работающей над решением актуальных проблем, создание рынков инновационной продукции. Определено, что на всех этапах жизненного цикла изделия происходит включение цифровых технологий, таких как виртуальная реальность, аддитивное производство, промышленный Интернет вещей, виртуальная торговая площадка. Дано определение инновационно-технологического развития машиностроительного комплекса. Несмотря на то что инновационные технологии обеспечивают оперативность, маневренность и экономичность производства, в России процесс цифровой трансформации находится в стадии становления и является перспективной необходимостью для развития всего промышленного производства. Переход на цифровые технологии производства сопряжен с решением ряда проблем, таких как: модернизация материально-технической базы, обучение и повышение квалификации персонала, подготовка законодательной основы, стандартизация, сертификация инновационных технологий цифрового производства, поиск инвестиционных ресурсов.

Ключевые слова: инновации; технология; машиностроение; цифровизация; виртуальная реальность; умное производство; промышленность 4.0.

Цитирование. Дубровина Н.А. Инновационные технологии в машиностроении // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12, № 1. С. 108–115. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-1-108-115>.

Информация о конфликте интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Дубровина Н.А., 2021

Наталья Александровна Дубровина – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой общего и стратегического менеджмента, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

SCIENTIFIC ARTICLE

Submitted: 10.01.2021

Revised: 15.02.2021

Accepted: 26.02.2021

Innovative technologies in machinery

N.A. Dubrovina

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: nadubrovina@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8216-5209>

Abstract: The pace of innovative development of the machine-building complex and its structural changes are largely determined by the processes of automation, digitalization, improvement of machinery and equipment. The presented article discusses innovative technologies in mechanical engineering. The main trends in the innovative development of industrial production are: development of high-tech foreign economic activity, formation of an innovative space, digitalization of economy, creation of a unified database of innovative developments, formation of a new scientific base working on solving urgent problems, creation of markets for innovative products. It is determined that at all stages of the product life cycle, digital technologies are included, such as virtual reality, additive manufacturing, the industrial Internet of things, and a virtual trading platform. The definition of innovative and technological development of the machine-building complex is given. Despite the fact that innovative technologies ensure efficiency, agility and cost-effectiveness of production, in Russia the digital transformation process is in its infancy and is a promising necessity for the development of all industrial production. The transition to digital production technologies is associated with the solution of a number of problems. Such as modernization of the material and technical base, training and advanced training of personnel, preparation of the legislative framework, standardization, certification of innovative digital production technologies, search for investment resources.

Key words: innovation; technology; mechanical engineering; digitalization; virtual reality; smart manufacturing; industry 4.0.

Citation. Dubroina N.A. Innovative technologies in machinery. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 108–115. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-1-108-115>. (In Russ.)

Information on the conflict of interest: author declares no conflict of interest.

© Dubrovina N.A., 2021

Natalya A. Dubrovina – Candidate of Economic Sciences, associate professor, head of the Department of General and Strategic Management, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Введение

Машиностроение является основной технической системой, способствующей экономическому развитию страны. В настоящее время вопросы инновационно-технологического развития машиностроения в Российской Федерации занимают основные позиции [1]. Исследованию инновационных аспектов развития промышленного производства в целом и машиностроения в частности посвящены труды многих авторов [2].

Уровень инновационно-технологического развития машиностроительного комплекса определяет состояние и перспективы всей производственно-хозяйственной системы и задает тренд устойчивого экономического развития государства.

Необходимыми условиями перехода к устойчивому экономическому развитию сегодня являются разработка и внедрение новых технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, изменение архитектуры рынков, создание инновационно-технологического предпринимательства на базе платформенных решений и цифровой трансформации. Таким образом, основными трендами становятся:

- развитие высокотехнологичных ВЭД: производство электротехнического оборудования, производство компьютеров, электронных и оптических изделий, производство современных машин и оборудования и др.;
- формирование инновационного пространства и социально-экономических платформ для инновационно-технологического предпринимательства, развитие инновационной инфраструктуры;
- цифровизация экономики, «которая прежде всего подразумевает революцию в потребительских свойствах продуктов» [2];

- создание единой базы данных инновационных разработок, объединяющей существующие разработки, патенты, изобретения для их защиты и реализации;
- формирование новой научной базы, работающей над решением актуальных проблем, таких как, разработка современных материалов, новых источников энергии, коммуникаций и т. п.;
- создание новых рынков, реализующих инновационные разработки, удовлетворяющие базовые потребности и потребности безопасности [3].

Многочисленные исследования показывают, что передовые технологии будут распространяться очень быстро и окажут системное повсеместное влияние на конфигурацию и объемы рынков. В полной мере этот тренд, как ожидается, реализуется в течение ближайших 10–15 лет [2].

Усиление производственно-технологической базы промышленности России во многом зависит от инновационно-технологического развития машиностроения.

В настоящее время в машиностроительном комплексе существуют технологии, способные стать источниками качественного экономического развития всего промышленного сектора.

В России в последние годы изобретается около 300 технологий машиностроения ежегодно [4; 5]. Большая часть созданных технологий предназначена для производства компьютеров и электронных изделий, автомобилестроения, станкостроения, инструментальной промышленности, нефтяного и химического машиностроения (см. таблицу).

Таблица – Дифференциация новых технологий в отраслях машиностроения, 2018 год
Table – Differentiation of new technologies in mechanical engineering industries, 2018

Отрасли	Структура, %
Вновь созданные технологии, всего	100
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	29,3
Производство летательных аппаратов	13,7
Электротехническая промышленность	10,2
Производство машин и оборудования	19
Автомобильная промышленность	27,6
Производство медицинских инструментов и оборудования	0,2

Источник: Составлено автором по данным [6–9].

Ход исследования

Темпы инновационного развития комплекса и его структурные изменения определяются процессами механизации и автоматизации, развитием энергетического хозяйства, ускорением темпов развития цифровых технологий. Под инновационно-технологическим развитием машиностроения понимается качественное изменение совокупности методов и инструментов организации и осуществления процессов производства на основе активного внедрения научных разработок, направленное на совершенствование технического оснащения, экономичное использование материальных ресурсов, реализацию интеллектуального потенциала работников для изготовления конкурентоспособной продукции, соответствующей прогрессивным достижениям НТП и потребностям покупателей.

Направления инновационно-технологического развития машиностроения представлены на рисунке 1.

Обозначенные направления представляют собой комплекс взаимосвязанных мероприятий относительно всего производственного цикла от ресурсного обеспечения, заготовительных операций и металлообеспечения до организации и управления процессом производства, включения актуальных технических и технологических приемов, направленных на инновационно-технологическое развитие машиностроения. Особое внимание уделено экологическим и социально-экономическим аспектам, имеющим влияющее и результирующее воздействие на уровень инновационно-технологического развития машиностроения.

Инновационные технологии современного машиностроения связаны со становлением нового вида производства – производства 4.0. Внедрение новых технологий характеризуется высокой скоростью

проникновения и значительной конкуренцией [10]. Большинство инноваций появилось в физической, цифровой и биологической областях, однако их использование и развитие происходят во всех отраслях экономики. Наиболее перспективными для машиностроения являются технологии, связанные с искусственным интеллектом, роботизацией, Интернетом вещей, трехмерной печатью, нанотехнологиями, материаловедением.



Источник: Разработано автором.

Рисунок 1 – Направления инновационно-технологического развития машиностроительного комплекса РФ

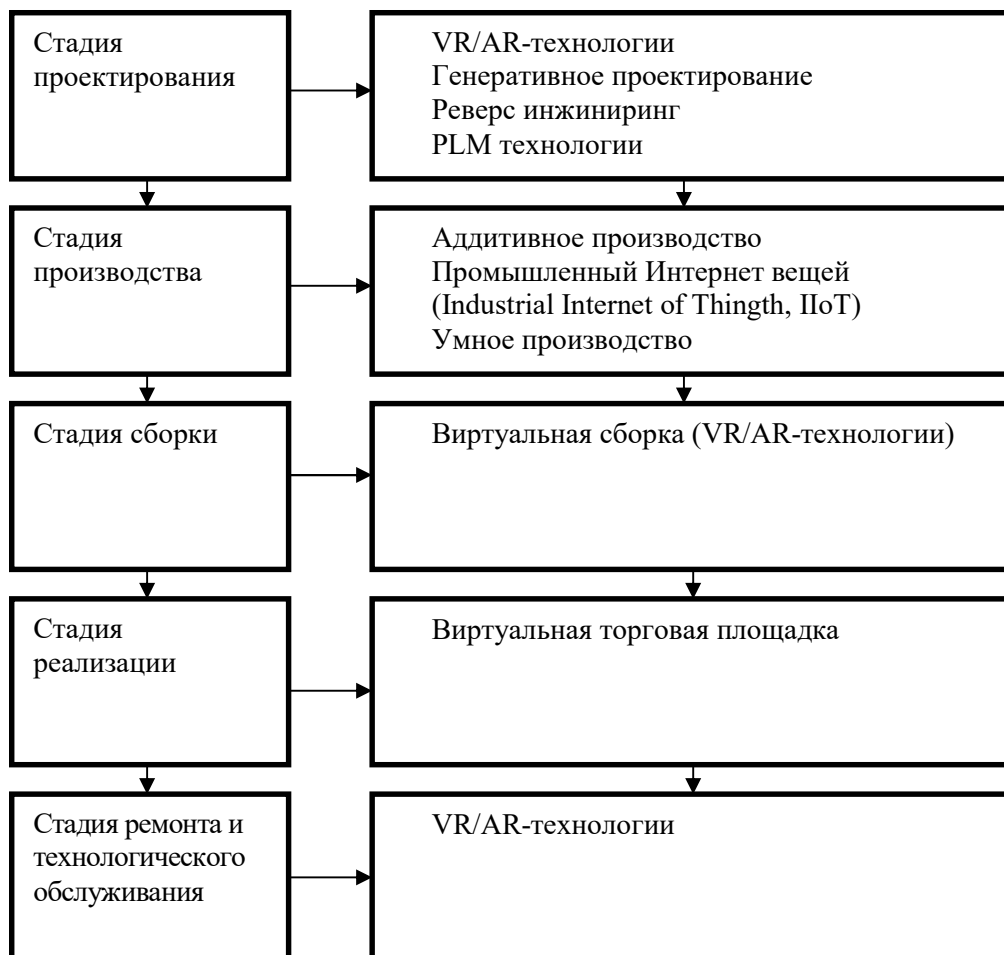
Figure 1 – Directions of innovative and technological development of the machine-building complex of the Russian Federation

На каждом этапе производственного процесса в машиностроении наблюдаются революционные преобразования (рисунок 2).

Так, на стадии проектирования нового изделия активно используются VR- и AR-технологии. Создание эскизов в виртуальном пространстве (VR) позволяет оперативно изменять характеристики и внешний вид будущего изделия. Применение данных технологий снижает себестоимость и риски при производстве новых изделий. Дополненная реальность (AR) используется при планировании и организации производственных линий, внедрении и расстановке новой технологии и оборудования. Применение прогрессивных виртуальных технологий способствует снижению трудоемкости, повышению производительности труда, увеличению гибкости оборудования и скорости обработки деталей, что особенно важно в условиях современной организации производственного процесса, ориентированного на массово-поточное производство при широкой номенклатуре и малых объемах выпуска изделий.

Активное применение VR- и AR-технологий осуществляется во время сборки изделия, а также на стадии ремонта и технологического обслуживания оборудования. Виртуальная сборка моделирует весь процесс, выявляет и способствует устранению проблемных мест, обеспечивает текущий контроль и реализацию корректирующих мероприятий сначала в виртуальном пространстве и только

потом в реальности, дает детальную инструкцию по составу и сборке изделия пользователю, что позволяет существенно сократить временные затраты и повысить качество проводимых мероприятий. Сокращение материальных и временных затрат VR- и AR-технологии обеспечивают и во время проведения ремонтных работ и обслуживания оборудования. Использование данных технологий позволяет спрогнозировать возможные ошибки при проведении ремонта и наметить пути их решения [11].



Источник: Составлено автором.

Рисунок 2 – Инновационные технологии машиностроения
Picture 2 – Innovative technologies of mechanical engineering

Относительно новыми технологиями, используемыми на стадии проектирования изделий в машиностроении, являются реверс-инжиниринг и генеративное проектирование. Обратный инжиниринг используется для цифрового моделирования ранее созданных изделий, которые необходимо модернизировать и усовершенствовать. Генеративное проектирование позволяет без участия конструктора, используя соответствующие программные продукты, считывать генетические алгоритмы и на их основе моделировать новые изделия по заданным параметрам. Данные технологии способствуют оптимизации конструкции изделия, его веса, состава, топологии, что особенно важно для машиностроительных предприятий, поскольку, с одной стороны, снижает затраты материальных и энергоресурсов, а с другой стороны, увеличивает производительность изготовления изделий [9].

Одним из направлений цифровизации стадии проектирования изделий является использование единой информационной системы (PLM), предоставляющей данные о жизненном цикле продукции конструкторам и технологам. Таким образом повышается оперативность и качество принятия решений относительно разработки нового изделия на стадии проектирования, а также облегчается процесс технологической подготовки производства к его изготовлению.

На производственной стадии в машиностроении необходимо выделить такие современные технологии, как аддитивное, цифровое производство, в основе которого лежит метод послойной печати изделия по шаблону цифрового макета. В результате повышается качество и технические характеристики изделия, сокращается материалоемкость и энергоемкость производственного процесса.

Оборудование, на котором осуществляется производство, также претерпело значительную трансформацию. На смену станкам с ЧПУ пришли многофункциональные автоматизированные обрабатывающие центры, почти полностью исключаяющие рабочую силу из производственного процесса. Взаимодействие между двумя такими агрегатами осуществляется с помощью общей информационной сети, где в автономном режиме один «объект виртуального мира с задатками искусственного интеллекта анализирует текущее состояние устройства и наличие необходимых ресурсов, прогнозирует поведение устройства, при необходимости рассылая контрагентам других устройств оповещения и команды» [12]. Данная инновационная технология получила название «промышленный Интернет вещей» (Industrial Internet of Thingth, IIoT).

Отечественное машиностроение только вступает в цифровую трансформацию. На некоторых крупных предприятиях, таких как ПАО «Газпром нефть», АО «Объединенная двигателестроительная корпорация», АО «НПЦ газотурбостроения “Салют”», АО «Авиастар-СП», используется автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП). Однако переход на полную автоматизацию производственного процесса еще не реализован.

В соответствии с представлениями о промышленности 4.0 инновационные цифровые технологии изменят и стадию реализации производственного цикла. Предполагается, что взаимодействие между поставщиками, производителями и посредниками будет осуществляться также на полностью автоматизированной основе – виртуальной торговой площадке, где умные производства будут предъявлять спрос и предложение, обмениваться цифровыми моделями изделий и электронными документами.

Заключение

Таким образом, можно утверждать, что ключевой тенденцией в развитии инновационных технологий машиностроения является тотальная цифровизация, которая способствует оптимизации производственного процесса, экономии ресурсов, повышению качества изделий и удовлетворенности потребителя. Однако в России данные процессы находятся в стадии становления и являются перспективной необходимостью для развития всего промышленного производства.

Переход на цифровые технологии производства требует решения ряда проблем:

- модернизации материально-технической базы;
- обучения и повышения квалификации персонала;
- подготовки законодательной основы, стандартизации, сертификации – инновационных технологий цифрового производства;
- поиска инвестиционных ресурсов.

Вместе с тем представляется, что рассмотренные инновационные технологии позволят в ближайшем будущем использовать исключительно цифровые инструменты, что повысит оперативность, маневренность и экономичность производства.

Библиографический список

1. Борисов В.Н., Почукаева О.В. Инновационное развитие машиностроения // Проблемы прогнозирования. 2013. № 1 (136). С. 38–51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20406076>.
2. Борисов В.Н., Почукаева О.В. Отечественное машиностроение как фактор научно-технологического развития экономики РФ // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2019. Т. 10, № 1. С. 12–25. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.1.12-25>.
3. Идрисов Г.И., Княгинин В.Н., Кудрин А.Л., Рожкова Е.С. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России // Вопросы экономики. 2018. № 4. С. 5–25. URL: <https://akudrin.ru/uploads/attachments/file/19/vopreco4-18.pdf>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=32767825>.

4. Индикаторы инновационной деятельности: 2018: стат. сб. / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т И60 «Высшая школа экономики». Москва: НИУ ВШЭ, 2018. 344 с. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2018>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=36725512>.
5. Индикаторы инновационной деятельности: 2019: стат. сб. / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, И.А. Кузнецова [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». Москва: НИУ ВШЭ, 2019. 376 с. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2019>.
6. Индикаторы инновационной деятельности: 2020: стат. сб. / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, Е.И. Евневич и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». Москва: НИУ ВШЭ, 2020. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2020>.
7. Лаптева Е.Н., Назарочкина О.В. Проблемы перехода отечественного машиностроения к технологиям Индустрии 4.0 // Машиностроение и компьютерные технологии. 2019. № 5. С. 11–20; с. 12. DOI: <http://doi.org/10.24108/0519.0001500>.
8. Национальная технологическая инициатива: цели, основные принципы и достигнутые результаты. Для обсуждения на заседании Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России. Докладчик: Песков Д.Н. 9 июня 2015 г. Агентство стратегических инициатив. URL: <http://static.government.ru/media/files/T9Cray8PsBQU6hdVA10SsDlu2XvCvYG.pdf>.
9. Солодилова Н.А. Новые технологии проектирования в рамках дисциплины «САПР в машиностроении» // Универсальные компетенции: индикаторы, опыт разработки и оценивания: научно-методическая конференция Ассоциации классических университетов 23 мая 2018. Санкт-Петербург, 2018. С. 391–396. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38582559>.
10. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/71551998>; «Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (разработан Минэкономразвития России). URL: http://old.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06; Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы». URL: <https://base.garant.ru/71380666>.
11. Феофанов А.Н., Охмат А.В., Бердюгин А.В. VR/AR-технологии и их применение в машиностроении // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2019. № 4 (06). С. 44–48. DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48.
12. Schwab K. The fourth industrial revolution. New York: Crown Business, [2016]. 184 p. URL: https://www.academia.edu/35846430/The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_Schwab.

References

1. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. Innovative development of the engineering industry. *Studies on Russian economic development*, 2013, vol. 24, no. 1, pp. 26–34. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1075700713010048>. (In Russ.)
2. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. Domestic engineering as a factor of scientific and technological development of the Russian economy. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2019, vol. 10, no. 1, pp. 12–25. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.1.12-25>.
3. Idrisov G.I., Knyagin V.N., Kudrin A.L., Rozhkova E.S. New technological revolution: Challenges and opportunities for Russia. *Voprosy Ekonomiki*, 2018, no. 4, pp. 5–25. Available at: <https://akudrin.ru/uploads/attachments/file/19/vopreco4-18.pdf>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=32767825>. (In Russ.)
4. Gorodnikova N.V., Gokhberg L.M., Ditkovsky K.A. et al. Indicators of innovative activity: 2018: statistical compilation. Moscow: NIU VShE, 2018, 344 p. Available at: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2018>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=36725512>. (In Russ.)
5. Gokhberg L.M., Ditkovsky K.A., Kuznetsova I.A. et al. Indicators of innovation activity: 2019: statistical compilation. Moscow: NIU VShE, 2019, 376 p. Available at: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2019>. (In Russ.)
6. Gokhberg L.M., Ditkovsky K.A., Evnevich E.I. et al. Indicators of innovation activity: 2020: statistical compilation. Moscow: NIU VShE, 2020. Available at: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2020>. (In Russ.)

7. Lapteva E.N., Nazarochkina O.V. Domestic engineering – industry 4.0 technology transition problems. *Mechanical engineering and computer technologies*, 2019, no. 5, pp. 11–20; p. 12. DOI: <http://doi.org/10.24108/0519.0001500>. (In Russ.)
8. National Technology Initiative: goals, main principles and results achieved. For discussion at a meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for economic modernization and innovative development of Russia. Speaker: Peskov D.N. June 9, 2015. Agency for Strategic Initiatives. Available at: <http://static.government.ru/media/files/T9Crayp8PsBQU6hdVA10SsDlu2XvCvYG.pdf>. (In Russ.)
10. Decree of the President of the Russian Federation dated 01.12.2016 № 642 «On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation». Retrieved from legal reference system Garant. Available at: <https://base.garant.ru/71551998>; «Forecast of the long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030» (developed by the Ministry of Economic Development of Russia). Available at: http://old.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06; Resolution of the Government of the Russian Federation dated April 18, 2016 № 317 «On the implementation of the National Technological Initiative». Retrieved from legal reference system Garant. Available at: <https://base.garant.ru/71380666>. (In Russ.)
9. Solodilova N.A. New design technologies within the framework of the discipline «CAD in mechanical engineering». In: *Universal competences: indicators, development and evaluation experience: research and methodological conference of the association of classical universities May 23, 2018*. Saint Petersburg, 2018, pp. 391–396. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38582559>. (In Russ.)
11. Feofanov A.N., Okhmat A.V., Berdyugin A.V. VR / AR-technologies and their application in mechanical engineering. *Automation and Modeling in Design and Management*, 2019, no. 4 (06), pp. 44–48. DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48. (In Russ.)
12. Schwab K. The fourth industrial revolution. New York: Crown Business, [2016], 184 p. Available at: https://www.academia.edu/35846430/The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_Schwab.