УДК 001.895+338.45.01

DOI: 10.18384/2949-5024-2023-4-54-62

ОЦЕНКА АДАПТАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ НАУКОЁМКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ К УСЛОВИЯМ ЦИФРОВИЗАЦИИ И КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИИ 4.0

Желтенков А. В.¹, Полосков С. С.², Плешков М. Л.¹

¹ Государственный университет просвещения

141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

² Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)
14170, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Разработка методических основ оценки адаптации инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий (ВНП) к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Процедура и методы. Методика исследования основывается на методах: контент-анализа документов, графического моделирования, парных сравнений, построения морфологических матриц, номинальных групп, анализа, сопоставления, диагностического подхода, интерпретации результатов исследования и некоторых других.

Результаты. Предложены основные составляющие инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий и их тенденции изменения в условиях цифровизации и концепции Индустрии 4.0. Выделен ряд частных показателей составляющих инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий, которые влияют на результаты их деятельности в контексте адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0., проведено ранжирование показателей по значимости. В результате применения математической модели прогнозирования маржинального дохода были выявлены дополнительно ряд наиболее значимых показателей.

Теоретическая и/или практическая значимость. Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в том, что представленные методические основы оценки адаптации инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0. позволят сформировать методический подход по мониторингу его процесса адаптации на конкретных предприятиях.

Ключевые слова: инновационный потенциал, адаптация, цифровизация, составляющие инновационного потенциала, исследования и разработки, Индустрия 4.0, высокотехнологичные наукоёмкие предприятия

ASSESSMENT OF ADAPTATION OF INNOVATION POTENTIAL OF HIGH-TECHNOLOGY RESEARCH-INTENSIVE ENTERPRISES TO THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION AND THE CONCEPT OF INDUSTRY 4.0

A. Zheltenkov¹, S. Poloskov², M. Pleshkov¹

¹ State University of Education

ul. Very Voloshinoi 24, Mytishchi 141014, Moscow Region, Russian Federation

*² Moscow Institute of Physics and Technology (national research university)
per. Institutskii 9, Dolgoprudny 14170, Moscow Region, Russian Federation*

Abstract

Aim. To develop methodological foundations for assessing the adaptation of the innovative potential of high-tech knowledge-intensive enterprises (GRE) to the conditions of digitalization and the concept of Industry 4.0.

Methodology. The research methodology is based on the following methods: content analysis of documents, graphic modeling, paired comparisons, construction of morphological matrices, nominal groups, analysis, comparison, diagnostic approach, interpretation of research results and some others.

Results. The main components of the innovative potential of high-tech knowledge-intensive enterprises and their changing trends in the conditions of digitalization and the concept of Industry 4.0 are proposed. A number of particular indicators of the components of the innovative potential of high-tech knowledge-intensive enterprises that influence the results of their activities in the context of adaptation to the conditions of digitalization and the concept of Industry 4.0 have been identified, and the indicators have been ranked by importance. As a result of application of the mathematical model of forecasting marginal income a number of additional most significant indicators were identified.

Research implications. The theoretical and practical significance of the study lies in the fact that the presented methodological framework for assessing the adaptation of the innovative potential of high-tech knowledge-intensive enterprises to the conditions of digitalization and the concept of Industry 4.0 will allow the formation of a methodological approach to monitoring its adaptation process at specific enterprises.

Keywords: innovative potential, adaptation, digitalization, components of innovative potential, research and development, industry 4.0., high-tech knowledge-intensive enterprises

Введение

Целью работы является разработка методических основ оценки адаптации инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Для достижения указанной цели в статье представлено решение следующих задач: определить основные составляющие инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий и их тенденции изменения; выделить частные показатели составляющих инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий, влияющие на результаты их деятельности в контексте адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Анализ научной литературы по проблеме. Изучение специальной литературы [1–12] и анализ практического опыта инновационной деятельности целого ряда предприятий промышленности показал, что одной из таких проблем является от-

существование действенных эффективных инструментов оценки адаптации инновационного потенциала ВВП к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0. Сложность, многогранность и недостаточная теоретическая и методическая проработанность данных вопросов не только вызывают объективную необходимость их научного осмысления, но и определяют необходимость поиска новых методов, способных обеспечить формирование эффективного подхода к оценке адаптации инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий.

Основные составляющие инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий и их тенденции изменения

Хорошо известно, что устойчивость развития российской экономики во многом зависит от ВВП, так как именно в них формируется материальная база технического и технологического перевооружения промышленности средствами производства. Особенно выделяется в этом плане та его небольшая, но значимая часть, которая ориентирована на выпуск инновационной продукции в виде металлорежущих и деревообрабатывающих станков, кузнечно-прессового оборудования, литейных машин, сварочного оборудования, в виде автоматических линий, обрабатывающих центров, робототехнических комплексов, состоящих из исполнительных мехатронных модулей с электроприводами и компьютерными системами управления.

В результате сравнительного анализа составляющих инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий были выявлены основные особенности и их тенденции изменения, заключающиеся в усилении и ослаблении роли таких составляющих, как: организационно-управленческие; информационные; финансово-ресурсные; исследования и разработки; производственно-технологические; кадровые; маркетинговые; экологические; инновационная культура, связанная с изменением внешних условий хозяйствования, развитием цифровых технологий и электронного взаимодействия предприятий и т. д. (т. е. условия цифровизации и концепции Индустрии 4.0.).

Выделенные основные составляющие инновационного потенциала могут стать основой и базисными элементами мониторинга инновационного потенциала ВВП, оценки его адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Адаптация высокотехнологичных наукоёмких предприятий к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0 несомненно приведёт к тому, что только отдельные структурные составляющие их инновационного потенциала останутся без изменений [4; 5; 6], тогда как основная их номенклатура претерпит изменения, с увеличением или уменьшением значимости.

Проведённое исследование возможных изменений основных составляющих инновационного потенциала ВВП в условиях цифровизации и концепции Индустрии 4.0 позволило выявить следующие тенденции.

Для обеспечения роста организационно-управленческой составляющей коэффициент автоматически принимаемых решений должен расти независимо от рода деятельности предприятия: трансформации в цифровые фабрики будущего, либо оказания для этого интеллектуальных услуг.

Несомненно, что потенциал исследований и разработок для цифровых и умных фабрик, предприятий, оказывающих услуги по цифровой трансформации и адаптации сторонних организаций к вызовам Индустрии 4.0, должен расти более быстрым ростом выручки от инновационной деятельности, чем затраты на НИОКР, тогда как для виртуальных фабрик и предприятий по оказанию услуг по оценке

возможностей сторонних предприятий адаптации к Индустрии 4.0 потенциал исследований и разработок может оставаться стабильным или незначительно изменяющимся во времени.

Следует отметить, что по мере интеграции ВВП в Индустрию 4.0, для предприятий, занимающихся реальной производственной деятельностью, затраты на производственную составляющую (станки, технологии) растут, а для виртуальных предприятий и предприятий по оказанию услуг – падают.

Значимость материально-технической (ресурсной) составляющей по мере расширения областей использования цифровых технологий независимо от рода деятельности ВВП также будут снижаться за счёт уменьшения складских запасов по мере развития логистики и пр. относительно объемов производства.

Так как устойчивое развитие предприятия, в том числе в Индустрии 4.0, обеспечивается при выполнении условий одновременного роста объёма производства (выручки) и прибыли предприятия, поэтому значимость финансовой составляющей инновационного потенциала для инновационной деятельности будет только возрастать.

Маркетинговая составляющая в зависимости от направлений деятельности в Индустрии 4.0 также будет изменяться по-разному. При эффективном маркетинге в условиях реального производства по мере продвижения и закрепления нового товара на рынке затраты на его продвижение (маркетинг) не должны расти, а для предприятий не производственного сектора должны расти для обеспечения роста прибыли: больше прибыль – больше затраты на маркетинг.

По мере адаптации к Индустрии 4.0 кадровая составляющая инновационного потенциала также будет определяться характерными особенностями деятельности, ВВП [1; 2; 4; 5; 7]. Так, для предприятий, требующих квалифицированных инженерных решений, доля сотрудников, участвующих в инновационной деятельности и их квалификация должна расти. Однако для предприятий, где решения принимаются автоматизированным способом, они должны снижаться.

Кадровая составляющая во многом определяет и уровень инновационной культуры всех работников предприятия. Поэтому для её оценки необходимо отнести общее количество принимаемых инновационных решений (разработок) к общему количеству работников стараться год от года увеличивать этот коэффициент – как можно больше вовлекать их в участие в инновационной деятельности. Поэтому чем большее количество людей участвуют в инновационной деятельности, тем более повышается её эффективность.

Хорошо известно, что успешность инновационной деятельности во многом характеризуется информационной составляющей инновационного потенциала предприятий [3; 6; 8]. Однако совокупный объём информации по возможностям осуществления инновационной деятельности должен чётко корректироваться с её результативностью [9; 10; 11]. Поэтому эффективность использования информационной составляющей в инновационной деятельности следует оценивать косвенно, по росту прибыли предприятия от инновационной деятельности, с учётом затрат на информационное обеспечение, приведённое к общему количеству работников.

В последние годы уделяется пристальное внимание соблюдению экологических правил и норм на предприятиях любой формы собственности. Поэтому нельзя недооценивать экологическую составляющую инновационного потенциала. В этой связи, по мере роста доли инновационной продукции в общем объёме производства, при условии обеспечения требуемых стандартов по экологии, коэффициент оценки экологического потенциала должен расти.

Очевидно, чем более развиты составляющие инновационного потенциала ВВП, тем вернее можно говорить о том, что оно находится на более высокой стадии готовности к освоению и внедрению новых концепций управления и производства, т. е. к адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Поэтому для определения направлений и объёмов необходимых изменений как реакции на условия цифровизации и концепции Индустрии 4.0 необходима разработка инструментария оценки и мониторинга состояния инновационного потенциала ВВП [4; 5; 6; 11; 12].

Частные показатели составляющих инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий, влияющие на результаты их деятельности в контексте адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0

На основе анализа трансформации составляющих инновационного потенциала ВВП к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0., выделены те показатели (качественные характеристики), которые в наибольшей степени отражают характеристики данных составляющих в этих условиях [1–12].

Организационно- управленческая: оперативность принятия решений по планированию инновационной деятельности; эффективность структур управления, менеджмента, стратегического и тактического планирования; рациональность применяемых методов создания инновационных продуктов (товаров), услуг.

Потенциал исследований и разработок: результаты НИОКР; патенты, промышленные образцы, товарные знаки, ноу-хау; КД на инновационные разработки; оригинальные программы и проекты.

Производственно-технологическая: технико-технологическая база инновационной деятельности; применяемые технологии в инновационной деятельности и при выполнении НИОКР.

Финансово- ресурсная: объём ресурсов на инновационную деятельность; материально-техническая база, задействованная в инновационной деятельности; доход, прибыль, рентабельность инновационной продукции.

Маркетинговая: объём инновационной продукции; затраты на инновационную деятельность; затраты на инновационный маркетинг.

Кадровая: квалификационная и возрастная структура персонала, задействованного в инновационной деятельности.

Инновационная культура: готовность работников предприятия воспринимать новшества, выдвигать и реализовывать перспективные идеи, учитывать риски и адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Информационная: совокупный объём информации по возможностям осуществления инновационной деятельности, НТД, массмедийные источники информации; внешние и внутренние коммуникации.

Экологическая: количество выбрасываемых газов и твёрдых отходов в результате инновационной деятельности; сравнительная эффективность использования сырья и энергии на инновационную деятельность; уровень утилизации отходов и пр.

На следующем этапе было проведено ранжирование показателей по значимости. С этой целью было выделено по одному показателю для каждой составляющей, который в максимальной степени оказывает на неё влияние, а также разработаны алгоритмы и последовательность их оценки.

Для проверки данной гипотезы был выполнен анализ хозяйственной деятельности ряда высокотехнологичных наукоёмких предприятий, для чего была разработа-

на математическая модель прогнозирования маржинального дохода в зависимости от изменения показателей адаптации инновационного потенциала ВВП к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0. В качестве переменных использовались 10 показателей: уровень автоматизации принятия текущих управленческих решений, % (на основе жёстких алгоритмов MESS-систем или нейронных сетей); уровень развития корпоративной информационной системы (балльная оценка); наличие электронного документооборота (балльная экспертная оценка); доля аддитивных технологий в производстве, %; степень интеграции оборудования в единую информационную сеть для оперативного управления и обслуживания; доля разработок, выполняемых с использованием облачных технологий, %; удельный вес работников, использующих цифровые технологии, %; электронное взаимодействие с контрагентами, %; степень распространённости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (экспертная оценка), %; длительность разработки нового продукта, лет.

В результате применения математической модели прогнозирования маржинального дохода были выделены дополнительно ряд наиболее значимых показателей: *степень интеграции оборудования в единую информационную сеть для оперативного управления и обслуживания (производственно-технологическая составляющая); доля разработок, выполняемых с использованием облачных технологий, % (потенциал исследований и разработок); удельный вес работников, использующих цифровые технологии, % (кадровая составляющая); электронное взаимодействие с контрагентами, % (информационная составляющая); степень распространённости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (экспертная оценка), % (потенциал исследований и разработок)* – которые логично дополняют перечень наиболее значимых показатели составляющих инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий.

Заключение

На основании проведённого исследования авторами сформулированы следующие выводы, обобщающие полученные результаты.

Предложены основные составляющие инновационного потенциала ВВП и их тенденции изменения в условиях цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Выделен ряд частных показателей составляющих инновационного потенциала ВВП, влияющих на результаты их деятельности в контексте адаптации к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0., проведено ранжирование показателей по значимости. В результате применения математической модели прогнозирования маржинального дохода были выявлены дополнительно ряд наиболее значимых показателей. Это позволило осуществить формирование системы оценочных показателей инновационного потенциала ВВП в условиях цифровизации и концепции Индустрии 4.0.

Апробация результатов, произведённая на одном из ведущих представителей высокотехнологичных наукоёмких предприятий, показала высокую эффективность предлагаемых мероприятий.

Статья поступила в редакцию 14.07.2023.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басалаев Д. Э. Инновации, основные этапы и особенности инновационной деятельности предприятий промышленности // *Известия Тульского государственного университета. Серия: Экономические и юридические науки*. 2018. № 3–1. С. 19–23.
2. Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации // *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика*. 2019. № 1. С. 27–37.
3. Демин С. С., Джамай Е. В., Сазонов А. А. Трансформация пространства корпоративной инновационной системы при реализации высокотехнологическими предприятиями концепции «Индустрия 4.0» // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2019. Т. 9. № 7А. С. 225–239.
4. Полосков С. С., Желтенков А. В. Высокотехнологичные наукоёмкие предприятия и структурные составляющие их инновационного потенциала // *Экономика и предпринимательство*. 2018. № 2. С. 631–635.
5. Полосков С. С., Желтенков А. В., Скубрий Е. В. Совершенствование подходов к управлению инновационным потенциалом высокотехнологичных наукоёмких предприятий // *Вестник МГПУ. Серия: Экономика*. 2020. № 3. С. 51–62.
6. Полосков С. С., Желтенков А. В., Моттаева А. Б. Методические основы мониторинга инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий // *Экономика и предпринимательство*. 2018. № 4. С. 576–580.
7. Попова Н. Н. Методический подход к оценке организационно-управленческих факторов, влияющих на уровень гармоничности управленческой деятельности на предприятии // *Вестник Луганского национального университета им. Владимира Даля*. 2017. № 1–1. С. 176–182.
8. Томилина Я. В. Процесс формирования инновационной среды организации // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 6–2. С. 335–339.
9. Черкасова Е. М. Анализ подходов к управлению инновационной деятельностью образовательных организации // *Проблемы современной экономики*. 2016. № 3 (59). С. 210–215.
10. Almeida F. L., Santos J. D., Monteiro J. A. A survey of innovation performance models and metrics // *Journal of Applied Economic Sciences*. 2017. Vol. 12. № 6. P. 1732–1750.
11. Keupp M. M., Palmie M., Gassmann O. The strategic management of innovation: a systematic review and paths for future research // *International Journal of Management Reviews*. 2012. Vol. 14. № 4. P. 367–390.
12. Schewe G. Successful innovation management: An integrative perspective // *Journal of Engineering & Technology Management*. 1994. Vol. 11. № 1. P. 25–53.

REFERENCES

1. Almeida F. L., Santos J. D., Monteiro J. A. A survey of innovation performance models and metrics. In: *Journal of Applied Economic Sciences*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1732–1750.
2. Basalaev D. E. [Innovations, main stages and features of innovative activity of industrial enterprises]. In: *Izvestiia Tulsogo gosudarstvennogo universiteta. Serii: Ekonomicheskie i iuridicheskie nauki* [News of Tula State University. Series: Economic and legal sciences], 2018, no. 3–1, pp. 19–23.
3. Cherkasova E. M. [Analysis of approaches to managing the innovative activities of educational organizations]. In: *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of modern economics], 2016, no. 3 (59), pp. 210–215.
4. Demin S. S., Jamai E. V., Sazonov A. A. [Transformation of the space of the corporate innovation system when high-tech enterprises implement the concept of “Industry 4.0”]. In:

- Ekonomika: vchera, segodnia, zavtra* [Economics: yesterday, today, tomorrow], 2019, vol. 9, no. 7A, pp. 225–239.
5. Galimova M. P. [Readiness of Russian enterprises for digital transformation]. In: *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of USNTU. Science, education, economics. Series: Economics], 2019, no. 1, pp. 27–37.
 6. Keupp M. M., Palmie M., Gassmann O. The strategic management of innovation: a systematic review and paths for future research. In: *International Journal of Management Reviews*, 2012, vol. 14, no. 4, pp. 367–390.
 7. Poloskov S. S., Zheltenkov A. V. [High-tech knowledge-intensive enterprises and structural components of their innovative potential]. In: *Ekonomika i predprinimatelstvo* [Economics and Entrepreneurship], 2018, no. 2, pp. 631–635.
 8. Poloskov S. S., Zheltenkov A. V., Skubriy E. V. [Improving approaches to managing the innovative potential of high-tech knowledge-intensive enterprises]. In: *Vestnik MGPU. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of Moscow State Pedagogical University. Seria: Economics], 2020, no. 3, pp. 51–62.
 9. Poloskov S. S., Zheltenkov A. V., Mottaeva A. B. [Methodological basis for monitoring the innovative potential of high-tech, knowledge-intensive enterprises]. In: *Ekonomika i predprinimatelstvo* [Economics and Entrepreneurship], 2018, no. 4, pp. 576–580.
 10. Popova N. N. [A methodological approach to assessing organizational and managerial factors influencing the level of harmony of management activities at an enterprise]. In: *Vestnik Luganskogo natsionalnogo universiteta im. Vladimira Dalia* [Bulletin of the Lugansk National University. Vladimir Dal], 2017, no. 1–1, pp. 176–182.
 11. Schewe G. Successful innovation management: An integrative perspective. In: *Journal of Engineering & Technology Management*, 1994, vol. 11, no. 1, pp. 25–53.
 12. Tomilina Y. V. [The process of forming the innovative environment of an organization]. In: *Fundamentalnye issledovaniia* [Fundamental Research], 2014, no. 6–2, pp. 335–339.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;
e-mail: al-jel@mail.ru

Полосков Станислав Сергеевич – директор аналитического центра Московского физико-технического института (национального исследовательского университета);
e-mail: stanislavpoloskov@gmail.com

Плешков Максим Львович – аспирант кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;
e-mail: maksimum24@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Zheltenkov – Dr. Sci. (Economics), Prof., Department of Public Procurement, Management and Public Administration, State University of Education;
e-mail: al-jel@mail.ru

Stanislav S. Poloskov – Director, Analytical Center, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University);
e-mail: stanislavpoloskov@gmail.com

Maxim L. Pleshkov – Postgraduate student, Department of Public Procurement, Management and Public Administration, State University of Education;
e-mail: maximum24@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Желтенков А. В., Полосков С. С., Плешков М. Л. Оценка адаптации инновационного потенциала высокотехнологичных наукоёмких предприятий к условиям цифровизации и концепции Индустрии 4.0 // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2023. № 4. С. 54–62.

DOI: 10.18384/2949-5024-2023-4-54-62

FOR CITATION

Zheltenkov A. V., Poloskov S. S., Pleshkov M. L. Assessment of adaptation of innovation potential of high-technology research-intensive enterprises to the conditions of digitalization and the concept of Industry 4.0. In: *Bulletin of State University of Education. Series: Economics*, 2023, no. 4, pp. 54–62.

DOI: 10.18384/2949-5024-2023-4-54-62