

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИСКУССИОННОЙ ПЛОЩАДКИ MATERIALS FOR DISCUSSION

На дискуссионную площадку редакция предлагает для обсуждения мнения, представленные тремя статьями.

DOI: 10.20913/2618-7515-2024-1-18

УДК 378: [004+001.8+681]

Особенности цифровизации научно-технологической и экономической информации в современных условиях приборостроения

В. А. Павленко

*Сибирский государственный университет
геосистем и технологий
Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru*

П. В. Петров

*Сибирский государственный университет
геосистем и технологий
Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: krasko.petroff@yandex.ru*

Аннотация. Цель статьи – обратить профессиональное внимание на особенности и трудноразрешимые проблемы, связанные с цифровизацией научно-технологической и экономической информации. Цифровизация – есть реальность, которую невозможно игнорировать и необходимо принять как неизбежность на современном этапе развития общества, в том числе его информационной составляющей. Но при этом эта тенденция не является надуманной и искусственно созданной. Цифровизация оправдана многими объективными обстоятельствами, и задача состоит в том, чтобы ее выполнить успешно с наименьшими издержками. Как оказалось, эта задача не формальная, которая требует творческого и в ряде случаев избирательного подхода с учетом степени готовности к этому объектов цифровизации. В статье перечисляются основные особенности и проблемы, связанные с цифровизацией технической информации и определяются перспективные пути ослабления этих проблем.

Ключевые слова: научно-технологическая информация, экономическая информация, цифровизация, особенности, проблемы, закономерности, перспективы, приборостроение

Для цитирования: Павленко В. А., Петров П. В. Особенности цифровизации научно-технической и экономической информации в современных условиях приборостроения // Профессиональное образование в современном мире. 2024. Т. 14, № 1. С. 155–160. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2024-1-18>

DOI: 10.20913/2618-7515-2024-1-18

Full Article

Features of digitalization of scientific, technological and economic information in modern conditions of instrumentation

Pavlenko, V. A.

*Siberian State University of Geosystems and Technologies
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru*

Petrov, P. V.

*Siberian State University of Geosystems and Technologies
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: krasko.petroff@yandex.ru*

Abstract. The purpose of the article is to pay professional attention to the features and intractable problems related to the digitalization of scientific, technological and economic information. Digitalization is a reality that cannot be ignored and must be accepted as inevitability at the present stage of development of society including its information component. Nevertheless, this trend isn't far-fetched and artificially created. Many objective circumstances justify many objective circumstances, and the task is to carry it out successfully at the lowest cost. As it turned out, this task is not formal, which requires a creative and in some cases selective approach, taking into account the degree of readiness of digitalization objects for this. The article lists the main features and problems associated with the digitalization of technic information and identifies forward-looking ways to alleviate these problems.

Keywords: scientific-technological information, economic information, digitalization, features, problems, patterns, prospects, instrumentation

Введение. Актуальность цифровизации научно-технологической и экономической информации (далее – технической информации) в современных условиях приборостроения обоснована, по крайней мере, тремя причинами:

а) из-за перераспределения профессий и сокращения доли технических кадров в обществе;

б) естественной смены кадров на предприятиях приборостроения, которая должна сопровождаться полной и безболезненной передачей профессиональных знаний от уходящих специалистов молодым;

в) постоянного научно-технического усложнения производства и расширения автоматизации производства.

Что дает цифровизация технической информации?

1. Значительно повысить оперативность принятия и качество научно-технологических решений не творческого характера и частично творческого характера.

2. Сохранить в цифровом виде уникальные индивидуальные знания профессионалов и сделать их достоянием молодых специалистов.

3. Способствовать качественной автоматизации научно-технологической подготовки приборостроительного производства.

4. Обеспечить стабильность производства и малую зависимость от человеческого фактора.

5. Повысить качество подготовки образовательными учреждениями профессиональных кадров для предприятий приборостроения [1–4].

Таким образом, очевидно, что цифровизация технической информации промышленного производства в целом и приборостроения в частности актуальна и способствует совершенствованию производства в современном информационном обществе. Однако есть значительные трудности различной природы, которые препятствуют достижению обозначенных целей. Рассмотрим эти трудности и пути их ослабления.

О проблемах цифровизации технической информации в современных условиях приборостроения. В общем случае под цифровизацией объекта будем понимать процесс преобразования объекта в цифровой формат для последую-

щего эффективного достижения практических целей.

Все объективные трудности цифровизации технической информации связаны с природой такой информации [5; 6]. Перечислим ее особенности.

1. Разнообразна по видам (текст, таблица, график, диаграмма, схема и т.п.) и формам (вербально, визуально, мысленно). Попытка объединить техническую информацию из разных изданий, представленную общей темой, но в разных видах и формах, трудно реализуема. Отсюда – значительная сложность, а в ряде случаев – невозможность создания общих (единых) научно обоснованных правил и алгоритмов, части которых независимо разработаны разными авторами.

2. Растет в объеме и по сложности в геометрической прогрессии. Например, при среднем числе операций в технологическом процессе (ТП) – 30, числа переходов в операции – 10 и среднем числе вариантов получения заготовок – 5, возможное число вариантов ТП составляет 5^{300} [7].

3. Противоречива, неоднозначна с одновременным существованием различных версий одного и того же утверждения. Например, установлено отсутствие единого мнения о последовательности обработки сторон оптической линзы. Анализ выполнялся как по печатным источникам, так и с учетом мнений специалистов непосредственно на производстве. Попытка разработать единый алгоритм выбора начальной стороны обработки линзы оказалась сложной, но успешной [8].

4. Трудно или вообще не поддается математическому описанию. Например, в ходе шлифования оптического изделия, «нанеся между поверхностями порцию абразивной кашицы и поработав минуты две-три, мы заметим, что громкий вначале «хруст» абразива постепенно сменяется умеренным «шипением». Это значит, что зерна абразива достаточно измельчились, следует смыть губкой с обеих поверхностей абразив вместе с измельченным стеклом и подмазать свежую порцию абразива» [9]. Формализовать «умеренное» шипение абразива, чтобы затем автоматически подать новую порцию абразива, весьма сложно.

5. Не всегда логично обоснована, особенно в случае традиций. Когда традиция складывается в силу специфических производственных условий, никто не знает, что это станет традицией. А когда традиция сложилась, мало, кто вспомнит, по какой причине. Например, «...в противность логики и в силу чисто случайных обстоятельств, прежде всего, получила развитие более сложная фасонная фреза, между тем как фреза простейшей формы (гладкая цилиндрическая) долгое еще время оставалась без употребления, вследствие неумения употреблять ее рационально» [10].

Другой пример: авторами установлено, что в механическом цехе одного из приборостроительных предприятий для подрезки торцов на revolverных станках традиционно применяется фасочный резец, хотя такой инструмент создан для снятия фасок и притупления острых кромок, а для подрезки торцов предназначен прямой проходной резец. Точная причина такого нестандартного применения фасочного резца до сих пор не установлена.

6. Плохо систематизирована и слабо научно проработана. Например, известно, что материал кондукторных втулок задается с учетом диаметра отверстий в них, причем дискретным образом. Такие пограничные значения диаметров по одним документам равны 9 мм и 27 мм, по другим – 25 мм [11]. Принцип введения именно такой градации диаметров отверстий (9 мм, 25 мм, 27 мм), как и принцип назначения строго определенных и ограниченных марок материала кондукторных втулок, не установлен авторами до сих пор.

Другой пример: статистические данные по расчету износа кондукторных втулок в большинстве случаев недостаточно конкретизированы или ограничены очень узкой областью применения [11]. Вызывает недоумение, что за длительное время (свыше 70 лет) активного применения кондукторов не была накоплена подробная статистика по износу кондукторных втулок для разных условий их работы. Хотя общеизвестно, что прогнозирование износа позволит избежать брака и заранее подготовить потребное число кондукторных втулок.

7. Как правило, не сопровождается комментариями и разъяснениями. Особенно это касается учебников, научной литературы, методических изданий и нормативной документации, включая стандарты различного уровня. Например, в ходе ретроспективного анализа различной нормативной документации [12] авторами было выявлено 16 формул расчета радиусов кривизны сферических поверхностей прессованных заготовок оптических линз. Поскольку нормативная документация была представлена в основном стандартами, то подробности вывода каждой из формул не были указаны, что не позволяет определить об-

ласть их существования и разграничить области их применения.

8. Закрытый характер технической информации по причине экономической конкуренции и безопасности в области вооружений. Например, «при рождении оптической промышленности у нас еще в довоенное время было выпущено несколько иностранных рабочих, от которых и пошли те немногочисленные кадры рабочих-оптиков..., которые переняли от своих учителей не только технические навыки, но и неохоту передавать свои навыки другим...» [13]. Справедливости ради надо отметить, что в СССР выпускались брошюры с материалами по обмену производственно-техническим опытом [14]. Сегодня в России практически отсутствует организованный обмен производственным опытом и профессиональными знаниями через соответствующие коллективные мероприятия и печатные издания. Такой подход исключает возможности развития полноценной научно обоснованной цифровизации, в частности в области технологии приборостроения.

Все основные субъективные трудности цифровизации технической информации можно свести в отдельный список.

1. Формальность задачи цифровизации, без стимулирования и контроля исполнения.

2. Скрытое противодействие со стороны отдельных специалистов: отсутствие инициативы, желания, стимула, свободного времени, а также навыков в письменном изложении специалистом своих мыслей.

3. Отсутствие системного подхода к цифровизации на уровне отдельных предприятий и ведомственном уровне.

Заключение. Цифровизация способствует выявлению, становлению и выводу технологических аналитических зависимостей и в конечном счете закономерностей [15; 16]. По объективным и субъективным причинам успехи в области поиска технологических закономерностей невелики. Например, в научно-популярном журнале «Стружка» за май 2004 г. специалисты по вопросам технологического аудита высказались категорично: «В технологии металлообработки не существует... "положений" и "законов". Наверное, их никогда и не будет»... Может сложиться мнение, что ситуация с наличием закономерностей в технологии оптического приборостроения плачевна. Это не так. При решении практически каждой конструкторской, технологической и производственной задачи принимается тот или иной общепринятый специалистами порядок действий, который может рассматриваться как некая закономерность. Другое дело, что природа таких закономерностей может быть вызвана определен-

ными традициями, а не научно обоснованным заключением. Что касается образовательной сферы, то это не так важно. Важнее углубление понимания вопроса, тренинг в аналитике, получение дополнительных знаний в области технологии и экономики.

Что можно и нужно предпринять, чтобы способствовать решению проблем цифровизации технической информации в приборостроении?

1. Утвердить ведомственную программу по цифровизации технической информации на профильных предприятиях приборостроения.

2. Возобновить издание сборников по обмену производственным опытом и информацией, которые выходили в советское время, а также информационных листов и специализированной технологической литературы.

3. Выполнять цифровизацию технической информации, например, в средних и высших учебных заведениях при условии официального доступа образовательных учреждений к производственной и технологической информации.

4. Разработать и внедрить на профильных предприятиях систему автоматизированного сбора, систематизации и документирования технической информации с делегированием обработки информации и выявления технологических зависимостей в средние и высшие учебные заведения.

5. Цифровизацию профессиональных знаний выполнять в частности путем создания баз знаний и экспертных систем в области приборостроения, что представляет собой самостоятельную сложную задачу, хотя определенный опыт в этом направлении имеется [17–22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров П. В. Гаджет как средство цифровизации информации в НИРС // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления: сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф. (Новосибирск, 28–30 янв. 2020 г.). Новосибирск, 2020. Ч. 2. С. 31–34.
2. Петров П. В., Ушаков О. К. Перспективы цифровизации образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления: сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф. (Новосибирск, 28–30 янв. 2020 г.). Новосибирск, 2020. Ч. 3. С. 60–64.
3. Петров П. В., Никулин Д. М. О состоянии и перспективе цифровизации технологических дисциплин по направлению 12.03.01 Приборостроение (профиль «Технология приборостроения») // Актуальные вопросы образования. Паритет традиционного и цифрового образования в вузе: приоритеты, акценты, лучшие практики: сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф. (Новосибирск, 2–4 марта 2022 г.). Новосибирск, 2022. Ч. 3. С. 42–48.
4. Петров П. В., Никулин Д. М., Ушаков О. К. О возможностях совершенствования подготовки магистрантов в условиях цифровизации образования // Актуальные вопросы образования. Паритет традиционного и цифрового образования в вузе: приоритеты, акценты, лучшие практики: сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф. (Новосибирск, 2–4 марта 2022 г.). Новосибирск, 2022. Ч. 3. С. 54–61.
5. Петров П. В. О сущности технологии вообще и технологии оптического производства в частности // ГЕО-Сибирь-2007: сб. материалов III Междунар. науч. конгр. (Новосибирск, 25–27 апр. 2007 г.). Новосибирск, 2007. Т. 4, ч. 1: Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника. С. 67–71.
6. Корчун Ю. Б. Профессиональные знания по оптическому приборостроению: анализ, систематизация, цифровизация // LXIX региональная студенческая научная конференция (Новосибирск, 5–10 апр. 2021 г.): сб. тез. докл. Новосибирск, 2021. Ч. 1. С. 234–235.
7. Старков В. К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. Москва: Машиностроение, 1989. 296 с.
8. Гурин Д. А., Петров П. В. О выборе начальной стороны обработки сферической стеклянной линзы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Международный научный конгресс (Новосибирск, 19–21 мая 2021 г.). Новосибирск, 2021. Т. 6: Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». С. 58–66.
9. Максutow Д. Д. Изготовление и исследование астрономической оптики. Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1948. 280 с.
10. Кнаббе В. С. Фреза и ее роль в современном машиностроении. Харьков: типо-лит. Зильберберга, 1892. 353 с.
11. Петров П. В., Кутенкова Е. Ю. Машины и технологическое оборудование. Расчет количества технологической оснастки: практикум. Новосибирск: СГУГиТ, 2021. 38 с.
12. Петров П. В., Ларина Т. В. О расчете радиусов кривизны прессованных заготовок стеклянных линз // Итоги XLIII научно-технической конференции СГГА, 1994. Новосибирск, 1995. Ч. 2. С. 65–71.
13. Осипов В. А. Руководство по обработке оптических поверхностей. Ленинград: Ред.-изд. отд. ВООМП, 1931. 79 с.
14. Приборостроение и оптико-механическое производство. Сб. 3 / под общ. ред. С. И. Фрейберга. Москва: Оборонгиз, 1954. 36 с.

15. Квитовский О. А., Никитин К. С., Петров П. В. Поиск и анализ технологических закономерностей в оптическом приборостроении // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Международный научный конгресс (Новосибирск, 24–26 апр. 2019 г.). Новосибирск, 2019. Т. 7: Международная научно-технологическая конференция студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии». С. 16–21.
16. Гурин Д. А., Петров П. В. Особенности построения технологических закономерностей в современных условиях оптического приборостроения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Международный научный конгресс (Новосибирск, 18 июня – 8 июля 2020 г.). Новосибирск, 2020. Т. 6: Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». С. 119–124.
17. Жежко Л. В., Петров П. В. Отраслевая интеллектуальная база знаний оптической технологии «Эксперт-оптик» // Оптический журнал. 1998. Т. 65, №2. С. 15–20.
18. Соснов А. Н., Жежко Л. В., Петров П. В., Гульяшкина М. В. Разработка интеллектуальной Базы знаний по оптическому заготовительному производству: отчет о НИР (заключ.). Москва, 1997. 90 с. Тема № 02.97.0003588. СГТА. № ГР 0196. 0012570.
19. Соснов А. Н., Петров П. В., Ларина Т. В., Кутенкова Е. Ю. Разработка и исследование в среде экспертной системы БД и БЗ по оценочным функциям, применяемым в оптической технологии: отчет о НИР (заключ.). Москва, 1999. 26 с. Тема № 02.99.0005402. СГТА. № ГР 0197.0007522.
20. Gritskevich O. V., Pavlenko V. A. Special aspects of innovative project life cycle management // Trends and innovations in economic studies, science on Baikal session: proc. TIESS 2020 (24–26 Sept., 2020, Irkutsk). European Publisher, 2020. P. 291–297. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.12.38>.
21. Gritskevich O., Pavlenko V. Research of the mechanisms for coordinating the work of personnel when implementing 3D technologies // SHS Web of Conferences. 2021. Vol. 106: Modern management trends and the digital economy: from regional development to global economic growth (MTDE 2021): III Intern. sci. & pract. conf. Art. 01023. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110601023>.
22. Pavlenko V. A., Petrov P. V. Blockchain technology application features for solving FEC-related problems // Trends and innovations in economic studies, science on Baikal session: proc. TIESS 2020 (24–26 Sept., 2020, Irkutsk). European Publisher, 2020. P. 483–490. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.12.63>.

REFERENCES

1. Petrov P. V. Gadget as a means of digitalization of information in student research work. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya. Sovremenniy universitet kak prostranstvo tsifrovogo myshleniya: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-metod. konf. (Novosibirsk, 28–30 yanv. 2020 g.)*. Novosibirsk, 2020, pt. 2, pp. 31–34. (In Russ.).
2. Petrov P. V., Ushakov O. K. Prospects of digitalization of education in the field of training 12.03.01 Instrument engineering. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya. Sovremenniy universitet kak prostranstvo tsifrovogo myshleniya: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-metod. konf. (Novosibirsk, 28–30 yanv. 2020 g.)*. Novosibirsk, 2020, pt. 3, pp. 60–64. (In Russ.).
3. Petrov P. V., Nikulin D. M. On the state and prospects of digitalization of technological disciplines in the direction 12.03.01 Instrument engineering (profile «Instrument engineering technology»). *Aktual'nye voprosy obrazovaniya. Paritet traditsionnogo i tsifrovogo obrazovaniya v vuze: priority, aktsenty, luchshie praktiki: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-metod. konf. (Novosibirsk, 2–4 marta 2022 g.)*. Novosibirsk, 2022, pt. 3, pp. 42–48. (In Russ.).
4. Petrov P. V., Nikulin D. M., Ushakov O. K. On the possibilities of improving the training of undergraduates in the context of digitalization of education. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya. Paritet traditsionnogo i tsifrovogo obrazovaniya v vuze: priority, aktsenty, luchshie praktiki: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-metod. konf. (Novosibirsk, 2–4 marta 2022 g.)*. Novosibirsk, 2022, pt. 3, pp. 54–61. (In Russ.).
5. Petrov P. V. The essence of technology in general and optical production technology in particular. *GEO-Sibir' – 2007: sb. materialov III Mezhdunar. nauch. kongr. (Novosibirsk, 25–27 apr. 2007 g.)*. Novosibirsk, 2007, vol. 4, pt. 1, pp. 67–71. (In Russ.).
6. Korchun Yu. B. Professional knowledge in optical instrumentation: analysis, systematization, digitalization. *LXIX regional'naya studencheskaya nauchnaya konferentsiya (Novosibirsk, 5–10 apr. 2021 g.): sb. tez. dokl.* Novosibirsk, 2021, pt. 1, pp. 234–235. (In Russ.).
7. Starkov V. K. *Cutting processing. Stability and quality management in automated production*. Moscow, Mashinostroyeniye, 1989, 296 p. (In Russ.).
8. Gurin D. A., Petrov P. V. On the choice of the initial processing side of a spherical glass lens. *Interekspo GEO-Sibir'. XVII Mezhdunarodnyy nauchnyy kongress (Novosibirsk, 19–21 maya 2021 g.)*. Novosibirsk, 2021, vol. 6, pp. 58–66. (In Russ.).
9. Maksutov D. D. *Production and research of astronomical optics*. Moscow, Leningrad, Gostekhizdat, 1948, 280 p. (In Russ.).
10. Knabbe V. S. *Milling cutter and its role in modern mechanical engineering*. Kharkiv, Tipo-lit. Zil'berberga, 1892, 353 p. (In Russ.).

11. Petrov P. V., Kutenkova E. Yu. *Machines and technological equipment. Calculation of the quantity of technological equipment: workshop*. Novosibirsk, SGUGiT, 2021, 38 p. (In Russ.).
12. Petrov P. V., Larina T. V. On the calculation of the radii of curvature of pressed glass lens blanks. *Itogi XLIII nauchno-tekhnicheskoi konferentsii SGGA, 1994*. Novosibirsk, 1995, pt. 2, pp. 65–71. (In Russ.).
13. Osipov V. A. *Optical surface processing guide*. Leningrad, Red.-izd. otd. VOOMP, 1931, 79 p. (In Russ.).
14. Freiberg S. I. (ed.). *Instrumentation and optical-mechanical production*. Iss. 3. Moscow, Oborongiz, 1954, 36 p. (In Russ.).
15. Kvitovskii O. A., Nikitin K. S., Petrov P. V. Search and analysis of technological patterns in optical instrumentation. *Interesko GEO-Sibir'. XV Mezhdunarodnyi nauchnyi kongress (Novosibirsk, 24–26 apr. 2019 g.)*. Novosibirsk, 2019, vol. 7, pp. 16–21. (In Russ.).
16. Gurin D. A., Petrov P. V. Features of constructing technological patterns in modern conditions of optical instrumentation. *Interesko GEO-Sibir'. XVI Mezhdunarodnyi nauchnyi kongress (Novosibirsk, 18 iyunya – 8 iyulya 2020 g.)*. Novosibirsk, 2020, vol. 6, pp. 119–124. (In Russ.).
17. Zhezhko L. V., Petrov P. V. Industry intellectual knowledge base of optical technology «Expert Optician». *Opticheskii zhurnal*, 1998, vol. 65, no. 2, pp. 15–20. (In Russ.).
18. Sosnov A. N., Zhezhko L. V., Petrov P. V., Gul'nyashkina M. V. *Development of an intelligent Knowledge Base for optical blank production: research report (final)*. Moscow, 1997, 90 p. Subject No. 02.97.0003588. SGGA. No. GR 0196. 0012570. (In Russ.).
19. Sosnov A. N., Petrov P. V., Larina T. V., Kutenkova E. Yu. *Development and research in the environment of an expert system of database and knowledge base on evaluation functions used in optical technology: research report (final)*. Moscow, 1999, 26 p. Subject No. 02.99.0005402. SGGA. No. GR 0197.0007522. (In Russ.).
20. Gritskevich O. V., Pavlenko V. A. Special aspects of innovative project life cycle management. *Trends and innovations in economic studies, science on Baikal session: proc. TIESS 2020 (24–26 Sept., 2020, Irkutsk)*. European Publisher, 2020, pp. 291–297. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.12.38>.
21. Gritskevich O. V., Pavlenko V. A. Research of the mechanisms for coordinating the work of personnel when implementing 3D technologies. *SHS Web of Conferences*, 2021, vol. 106, art. 01023. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110601023>.
22. Pavlenko V. A., Petrov P. V. Blockchain technology application features for solving FEC-related problems. *Trends and innovations in economic studies, science on Baikal session: proc. TIESS 2020 (24–26 Sept., 2020, Irkutsk)*. European Publisher, 2020, pp. 483–490. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.12.63>.

Информация об авторах

Павленко Валерия Александровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой цифровой экономики и менеджмента, Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ), (Российская Федерация, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru).

Петров Павел Вадимович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры фотоники и приборостроения, Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ), (Российская Федерация, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 24.11.2023

После доработки 10.01.2024

Принята к публикации 12.01.2024

Information about the authors

Valeriya A. Pavlenko – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Digital Economy and Management, Siberian State University of Geosystems and Technologies (SSUGT) (10 Plakhotnogo Str., Novosibirsk, 630108, Russian Federation, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru).

Pavel V. Petrov – Candidate of Technological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Photonics and Instrument Engineering, Siberian State University of Geosystems and Technologies (SSUGT) (10 Plakhotnogo Str., Novosibirsk, 630108, Russian Federation, e-mail: krasko.petroff@yandex.ru).

The paper was submitted 24.11.2023

Received after reworking 10.01.2024

Accepted for publication 12.01.2024