

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

УДК 001.811

<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-15-28>

В. В. Арутюнов

*Российский государственный гуманитарный университет,
Москва, Российская Федерация, warut698@yandex.ru*

Динамика формирования кластера знаний о результативности и востребованности итогов работ российских исследователей в области квантовых технологий

Аннотация. Дана оценка результативности исследований российских учёных и специалистов в области квантовых технологий (с учётом использования квантовых компьютеров, квантовой криптографии, квантовых коммуникаций) в 2011–2020 гг. Анализ проводился на основе баз данных Российского индекса научного цитирования с учётом ряда наукометрических показателей: публикационной активности исследователей – ежегодного количества их публикаций по итогам исследовательских работ, а также цитируемости этих публикаций и востребованности итогов работ.

Выявлено, что в России практически до конца анализируемого десятилетия отмечался непрерывный рост числа публикаций и цитируемости в области квантовых технологий, что свидетельствует о растущем интересе российских исследователей к данной области знаний, чему не помешал даже кризис 2014 г.: число публикаций в конце периода в четыре раза превысило минимум 2011 г., а максимум цитируемости – в два раза минимум 2013 г.

Констатируется, что наибольшие публикационная активность и цитируемость российских исследователей наблюдались в области квантовых компьютеров, наименьшие – в сфере квантовых коммуникаций. При этом наибольшая востребованность отмечалась в 2012 г. в области квантовых коммуникаций. Максимум востребованности в 2017 г. в сфере квантовых компьютеров меньше аналогичного показателя в области квантовой криптографии в 2011 г. и квантовых коммуникаций примерно в полтора и два раза.

Относительно небольшие показатели востребованности результатов исследований в 2020 г. для всех анализируемых направлений объясняются, оче-

видно, той же причиной, что и малые индексы цитирования в этом году: замедленным откликом научного сообщества на публикации текущего года. Определены направления исследований в различных сферах квантовых технологий, результаты работ по которым отличаются высокой востребованностью. Приведены иллюстрации, отражающие результаты исследования.

Ключевые слова: квантовые технологии, цитируемость, квантовая криптография, публикационная активность, квантовые компьютеры, квантовые коммуникации, востребованность результатов работ

Для цитирования: Арутюнов В. В. Динамика формирования кластера знаний о результативности и востребованности итогов работ российских исследователей в области квантовых технологий / В. В. Арутюнов // Научные и технические библиотеки. 2022. № 2. С. 15–28. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-15-28>

PROBLEMS OF THE INFORMATION SOCIETY

UDC 001.811

<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-15-28>

Valery V. Arutyunov

*Russian State University for the Humanities, Moscow, Russian Federation,
warut698@yandex.ru*

Cluster dynamics of knowledge on efficiency of and demand for Russian studies in quantum technologies

Abstract. The author evaluates the effectiveness of Russian research studies in quantum technologies (including use of quantum computers, quantum cryptography, quantum communications) in 2011–2020. The analysis is based on the Russian Science Citation Index and scientometric indicators: researcher publication activity – yearly number of publications of research findings, citations and penetration of these publications.

The author found that almost till the end of the reviewed decade the number of publications and citation had been constantly increasing which evidenced on the increasing interest of Russian researches toward this area not prevented even by the 2014 crisis: at the end of the period, the number of publications outstripped the minimum of 2011 four times, and in 2013, it exceeded the citation maximum two times. The author points to the fact that the highest publication activity and citation of Russian researchers was in the area of quantum computers, and the lowest – in quantum communications; the highest demand was demonstrated in 2012 in quantum communications. The maximum penetration in the area of quantum computers of 2017 is approx. by half and twice lower than the similar indicator in quantum cryptography in 2011 and quantum communications.

The relatively low indicators of penetration of research products in 2020 via all vectors are obviously of the same nature as the low citation indexes in 2020: the delayed response of scientific community to current year publications. The highly demanded vectors of studies in various areas of quantum technologies are determined. The illustrations are provided.

Keywords: quantum technologies, citation, quantum cryptography, publication activity, quantum computers, quantum communications, research penetration

Cite: Arutyunov V. V. Cluster dynamics of knowledge on efficiency of and demand for Russian studies in quantum technologies / V. V. Arutyunov // Scientific and technical libraries. 2022. No. 2. P. 15–28. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-15-28>

Квантовые технологии (КТ), включающие такие области исследования, как квантовые компьютеры, квантовая криптография, квантовые коммуникации, квантовые сенсоры и др., с начала XXI в. привлекают пристальное внимание государственных и коммерческих структур [1]: правительства ряда стран одобрили исследовательские программы по КТ (например, китайская программа по запуску спутника и организации канала распределения квантовых ключей между Пекином и Шанхаем). Крупные транснациональные компании мира, такие как *Google*, *IBM*, *Intel*, *Microsoft* и *Toshiba*, вкладывают значительные средства в КТ, особенно в квантовую связь и квантовые вычисления [2].

Квантовая связь активно развивается в Южной Корее: готовится выпуск городских кроссоверов, оснащённых квантовыми телефонами. В этой стране считается, что квантовая телефонная связь может со временем вытеснить привычную сотовую.

В России первая линия квантовой связи была проложена в 2016 г.: она соединила два московских филиала «Газпрома», общая протяжённость линии связи превысила 30 км. В Ленинградской области запущена первая междугородняя линия квантовой связи протяжённостью около 60 км. В 2017 г. в МГУ им. М. В. Ломоносова был протестирован первый квантовый телефон.

В последние годы актуальной и востребованной стала тема применения квантовых технологий в сфере информационной безопасности и защиты информации. Этому способствовали научные открытия и технологические достижения, благодаря которым появился целый класс сложнейших вычислительных технологий, имеющих стратегическое значение и непосредственное отношение к названным, критически важным составляющим КТ, включая криптографию [3].

Возникает вопрос об оценке результативности и востребованности итогов научной деятельности российских учёных в области квантовых технологий за последние десять лет.

В России, как и во всём мире, работа учёных и специалистов в различных сферах естественно-научных отраслей наук всё более активно оценивается по конкретным количественным результатам, базирующимся на наукометрических показателях их научной деятельности (публикационной активности (P), цитируемости (C) и индексе Хирша (H)) [4–8].

В то же время значительный интерес представляют уже не только опубликованные итоги исследований и их цитируемость, но и востребованность (V) научным сообществом и специалистами результатов научной деятельности учёных по различным отраслям наук, определяемая соотношением C/P .

Ниже приведены результаты анализа публикаций российских учёных в анализируемой сфере знаний: рассмотрены итоги исследований в этой области, отражаемые в публикациях, их цитируемость, а также востребованность. Показатели были получены на основе сведений из созданной БД Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) [9] в Научной электронной библиотеке России, где формируются данные о публикационной активности и цитируемости учёных и организаций (в основном из России, в меньшей степени – из стран СНГ).

Динамика публикационной активности учёных и цитируемости в области квантовых технологий в 2011–2020 гг. представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, количество публикаций в этой сфере знаний в течение всего периода, вплоть до 2020 г., непрерывно росло. В результате, в 2019 г. показатель 2011 г. был превышен более чем в четыре раза, что свидетельствует о растущем интересе российских исследователей к анализируемой области знаний (несмотря на кризис 2014 г.).

Также отмечается рост цитируемости – вплоть до 2017 г., когда она достигла максимума, более чем в два раза превысив минимум 2013 г.

Относительно невысокое значение этого показателя для рассматриваемой отрасли знаний в 2020 г. объясняется, как и для других естественно-научных областей, известным фактом: замедленным по ряду причин откликом научного сообщества на публикации текущего года.

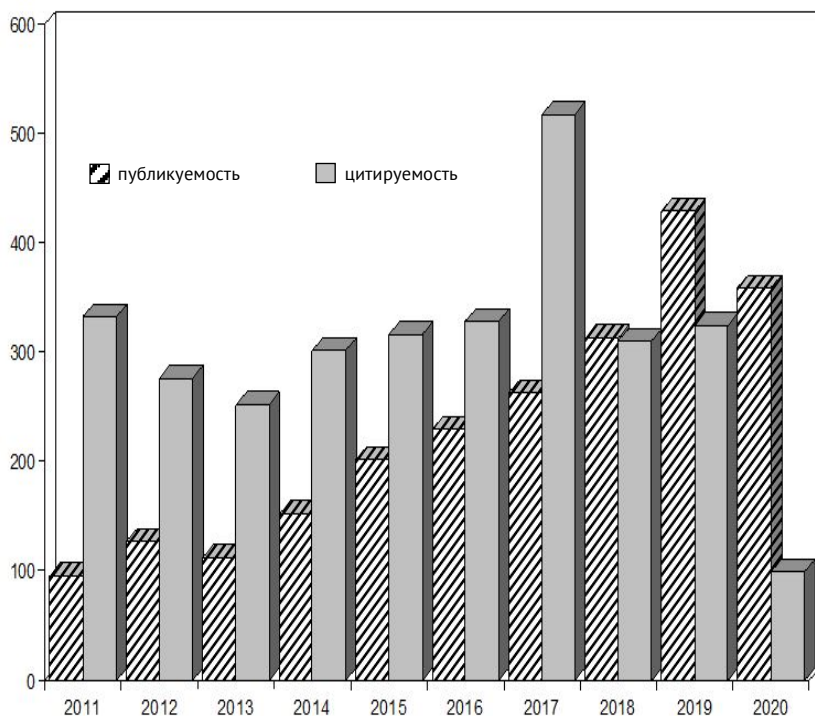


Рис. 1. Публикационная активность и цитируемость российских учёных в области квантовых технологий

На рис. 2 и 3 для сравнения представлены показатели публикационной активности и цитируемости в области квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций.

Наибольшая публикационная активность российских исследователей отмечалась в области квантовых компьютеров, наименьшая – квантовых коммуникаций, максимум публикаций в которой был практически в четыре раза меньше максимума в области квантовых компьютеров (рис. 2).

Число публикаций в конце анализируемого периода в области квантовой криптографии вышло на плато в 2019 г., причём максимум публикаций для квантовых компьютеров в 2019 г. примерно вдвое превысил максимальную публикационную активность в сфере квантовой криптографии в 2020 г. В свою очередь, максимум в области квантовых коммуникаций в 2020 г. был практически вдвое меньше максимума публикационной активности в сфере квантовой криптографии.

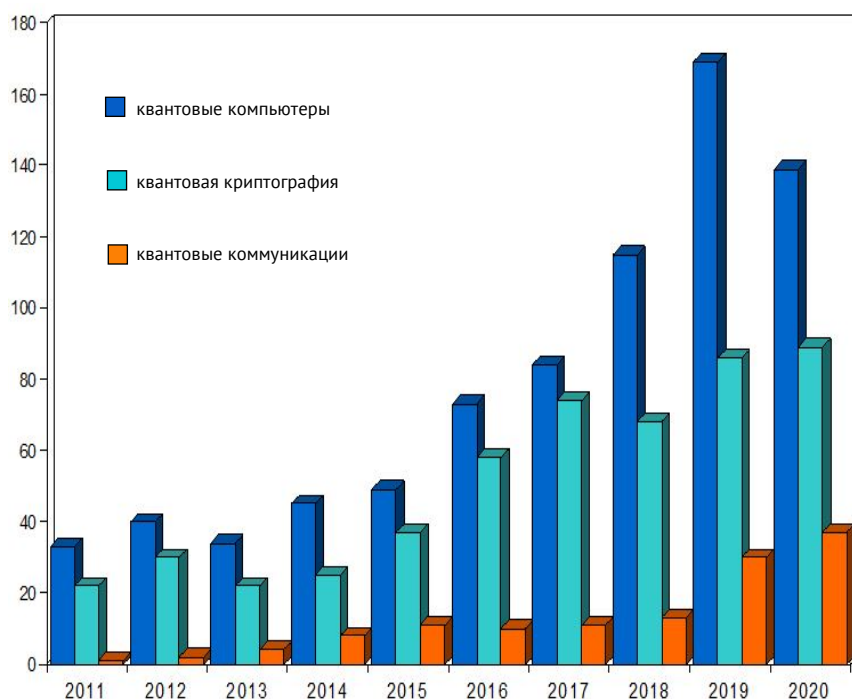


Рис. 2. Динамика публикационной активности российских учёных в области квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций

Для цитируемости (рис. 3) максимум показателя наблюдается также в области квантовых компьютеров (в 2017 г.); при этом его значение втрое превышает максимум цитируемости в сфере квантовой криптографии (в 2012 г.) и почти вчетверо – максимум в области квантовых коммуникаций (в 2015 г.).

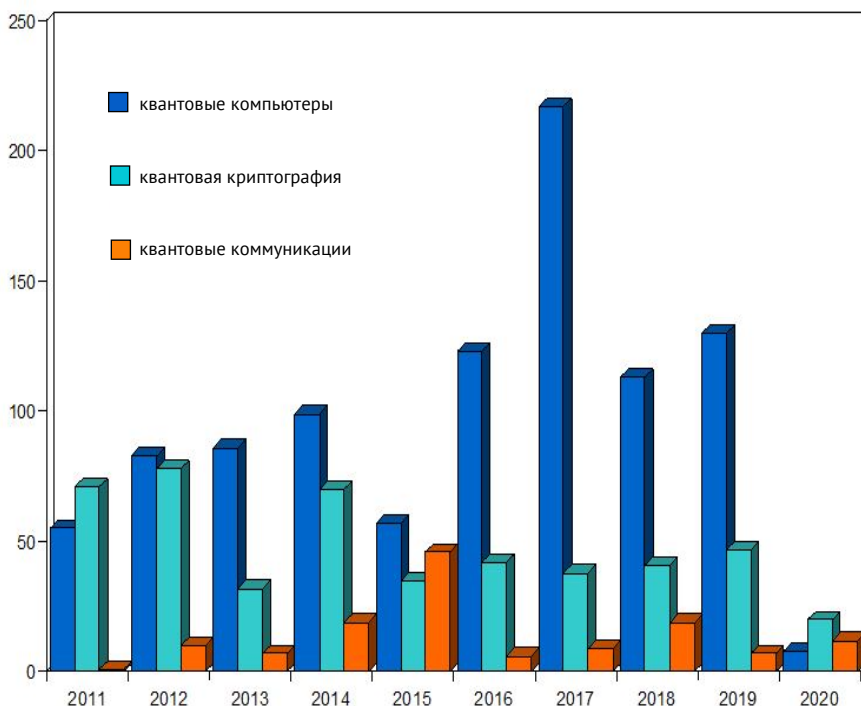


Рис. 3. Динамика цитируемости российских учёных в области квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций

Динамика изменения востребованности результатов работ в трёх анализируемых отраслях знаний представлена на рис. 4. Наибольшая востребованность отмечалась в области квантовых коммуникаций (с основным максимумом в 2012 г.). При этом максимум востребованности в сфере квантовых компьютеров (в 2017 г.) меньше аналогичного показателя в области квантовой криптографии (в 2011 г.) и квантовых коммуникаций соответственно в полтора и два раза.

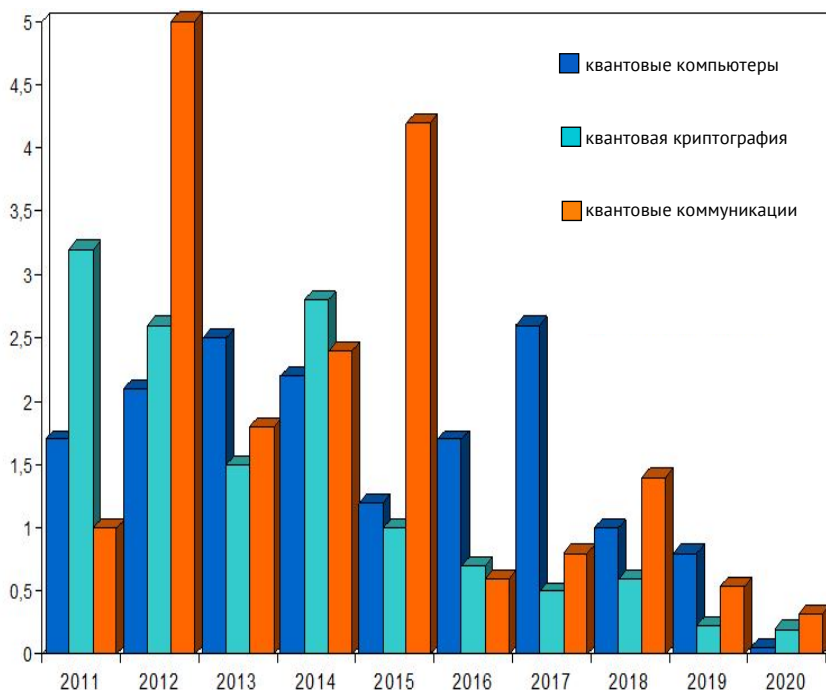


Рис. 4. Динамика востребованности итогов работ российских учёных в области квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций

Малые значения востребованности для всех трёх сфер исследований (квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций) в 2020 г. объясняются, как и для цитируемости, замедленным откликом научного сообщества на публикации текущего года.

Отметим основные результаты выполненного исследования.

В России, практически до конца анализируемого периода, отмечался непрерывный рост числа публикаций и цитируемости в области квантовых технологий, что свидетельствует о том, что интерес российских исследователей к анализируемой области знаний нарастал; этому росту не помешал даже кризис 2014 г.: число публикаций в конце периода превысило в четыре раза минимум 2011 г., а максимум цитируемости – в два раза минимум 2013 г.

При этом наибольшая публикационная активность и цитируемость российских исследователей наблюдались в области квантовых компьютеров, наименьшие – в сфере квантовых коммуникаций.

Наибольшая востребованность итогов работ отмечалась в 2012 г. в области квантовых коммуникаций. Максимум востребованности в сфере квантовых компьютеров в 2017 г. меньше аналогичного показателя в 2011 г. в области квантовой криптографии и квантовых коммуникаций в полтора и два раза соответственно.

Небольшие значения показателя востребованности в области квантовых компьютеров, квантовой криптографии и квантовых коммуникаций в 2020 г. объясняются, как и для цитируемости, замедленным откликом научного сообщества на публикации текущего года.

Необходимо отметить, что выявленный для множества публикаций 2011–2020 гг. индекс H в области квантовых компьютеров и квантовой криптографии равен соответственно 13 и 11, что свидетельствует, во-первых, о том, что научная активность российских учёных в этих областях наук находится на уровне, не меньшем минимального национального уровня научной активности учёных, равного 11 в соответствии с имеющимися рекомендациями [10], и, во-вторых, о том, что и в последующие годы в этих отраслях знаний следует ожидать стабильную высокую научную активность российских учёных.

Итоги данной работы позволили, на основе наукометрических показателей, определить высоко востребовавшие результаты исследований в рассматриваемых областях знаний. Выделим основные:

для квантовых компьютеров – информационно-теоретический поворот в интерпретации квантовой механики: философско-методологический анализ; квантовая информатика: обзор основных достижений; цифровая экономика: уязвимость к сетевым атакам и возможности обеспечения устойчивости управления;

в области квантовой криптографии – системы квантового распределения ключа; специализированные экспериментальные исследования в области квантовой криптографии; создание сверхпроводникового детектора с разрешением числа фотонов для телекоммуникаций и квантовой криптографии; экспериментальные испытания телекоммуникационной сети с интегрированной системой квантового распределения ключей;

в области квантовых коммуникаций – квантово-сложностная парадигма: междисциплинарный аспект; коррелированные фотоны и их применение; способ генерации секретных ключей с помощью перепутанных по времени фотонных пар.

Современный инструментарий для работы с базами РИНЦ, включающий развитый поисковый аппарат, позволяет на основе наукометрических показателей определять не только направления исследований, итоги работ по которым отличаются высокой востребованностью, но и организации, лидирующие в создании высоко востребовавшей научно-технической продукции в различных отраслях наук; конкретных учёных, разрабатывающих эту продукцию, а также её активных потребителей [11].

Список источников

1. Душкин Р. В. Обзор текущего состояния квантовых технологий / Р. В. Душкин // Компьютерные исслед. и моделирование. 2018. Т. 10. № 2. С. 165–179.
2. Acin A., Bloch I., Buhrman H. et al. The quantum technologies roadmap: a European community view // New Journal of Physics. 2018. Vol. 20. № 8. P. 2–24.

3. **Шумилин В. П., Рудакова Ю. С.** Текущее состояние и перспективы использования квантовых технологий / В. П. Шумилин, Ю. С. Рудакова // Преступность в сфере информ. и телекоммуникацион. технологий: проблемы предупреждения, раскрытия и расследования преступлений. 2019. № 1 (5). С. 118–122.
4. **Arutyunov V. V.** The results of priority research in the field of information security // Scientific and Technical Information Processing. 2016. Vol. 43. № 1. P. 42–46.
5. **Арутюнов В. В., Гришина Н. В.** Научные кластеры России в области информационных технологий / В. В. Арутюнов, Н. В. Гришина // Вестник РГГУ. Серия: Информатика. Информационная безопасность. Математика. 2020. № 1. С. 8–24.
6. **Арутюнов В. В.** Сравнительный анализ результативности научной деятельности федеральных государственных и национальных исследовательских университетов России / В. В. Арутюнов // Науч. и техн. б-ки. 2018. № 1. С. 80–91.
7. **Маршакова-Шайкевич И. В.** Россия в мировой науке / РАН, Институт философии. Москва : ИФРАН, 2008. 227 с.
8. **Grinev A. V.** The use of scientometric indicators to evaluate publishing activity in modern Russia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. Т. 89. № 5. P. 451–459.
9. **Российский** индекс научного цитирования [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/querybox.asp?score=newquery> (дата обращения: 18.07.2021).
10. **Ершова С. К.** Инструкция по использованию РИНЦ [Электронный ресурс]. URL: <https://rf-gk.ru/profil-avtora-v-rinc-funkcionalnye-vozmozhnosti-rossiiskii/> (дата обращения: 25.07.2021).
11. **Арутюнов В. В.** Об одной методике оценки результативности итогов научных исследований подразделений вузов: сб. статей по материалам междунар. конф. «Информационная безопасность: вчера, сегодня, завтра». Москва : РГГУ. 2021. С. 145–152.

References

1. **Dushkin R. V.** Obzor tekushchego sostoyaniya kvantovykh tehnologiy / R. V. Dushkin // Kompyuternye issled. i modelirovanie. 2018. Т. 10. № 2. S. 165–179.
2. **Acin A., Bloch I., Buhrman H. et al.** The quantum technologies roadmap: a European community view // New Journal of Physics. 2018. Vol. 20. № 8. P. 2–24.

3. **Shumilin V. P., Rudakova Yu. S.** Tekushchee sostoyanie i perspektivy ispolzovaniya kvantovykh tekhnologiy / V. P. Shumilin, Yu. S. Rudakova // Prestupnost v sfere inform. i telekommunikatsion. tekhnologiy: problemy preduprezhdeniya, raskrytiya i rassledovaniya prestupleniy. 2019. № 1 (5). S. 118–122.
4. **Arutyunov V. V.** The results of priority research in the field of information security // Scientific and Technical Information Processing. 2016. Vol. 43. № 1. P. 42–46.
5. **Arutyunov V. V., Grishina N. V.** Nauchnye klasteri Rossii v oblasti informatsionnykh tekhnologiy / V. V. Arutyunov, N. V. Grishina // Vestnyk RGGU. Seriya: Informatika. Informatsionnaya bezopasnost. Matematika. 2020. № 1. S. 8–24.
6. **Arutyunov V. V.** Sravnitelnyy analiz rezultativnosti nauchnoy deyatelnosti federalnykh gosudarstvennykh i natsionalnykh issledovatel'skikh universitetov Rossii / V. V. Arutyunov // Nauch. i tehn. b-ki. 2018. № 1. S. 80–91.
7. **Marshakova-Shaykevich I. V.** Rossiya v mirovoy nauke / RAN, Institut filosofii. Moskva : IFRAN, 2008. 227 s.
8. **Grinev A. V.** The use of scientometric indicators to evaluate publishing activity in modern Russia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. T. 89. № 5. P. 451–459.
9. **Rossiyskiy indeks nauchnogo tsitirovaniya** [Elektronnyy resurs]. URL: <https://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery> (data obrashcheniya: 18.07.2021).
10. **Ershova S. K.** Instruksiya po ispolzovaniyu RINTS [Elektronnyy resurs]. URL: <https://rf-gk.ru/profil-avtora-v-rinc-funktsionalnye-vozmozhnosti-rossiiskii/> (data obrashcheniya: 25.07.2021).
11. **Arutyunov V. V.** Ob odnoy metodike otsenki rezultativnosti itogov nauchnykh issledovaniy podrazdeleniy vuzov: sb. statey po materialam mezhdunar. konf. «Informatsionnaya bezopasnost: vchera, segodnya, zavtra». Moskva : RGGU. 2021. S. 145–152.

Информация об авторе / Information about the author

Арутюнов Валерий Вагаршакович – доктор техн. наук, профессор Российского государственного гуманитарного университета, Москва, Российская Федерация
warut698@yandex.ru

Valery V. Arutyunov – Dr. Sc. (Engineering), Professor, Department of Information Security, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russian Federation
warut698@yandex.ru