

О СВОЙСТВЕ ИДЕМПОТЕНТНОСТИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.В. Скатков, Ю.В. Доронина, Д.В. Моисеев

Севастопольский государственный университет,
РФ, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
E-mail: dmitriymoiseev@mail.ru

Статья посвящена вопросу оценивания свойства повторяемости на основе анализа статистической устойчивости информационного продукта идемпотентной системы контроля окружающей среды. Предложено понятие системы контроля информационной среды как составляющей части системы контроля окружающей среды. Показано, что на основе представленной обобщенной структурно-функциональной схемы идемпотентной системы контроля окружающей среды возможно формировать статистически устойчивые решения, а на основе оценок устойчивости результата прогнозировать требуемые объемы данных и статистически зависимую изменчивость среды (информационной, как части окружающей среды). Предложен ряд определений, касающихся уточнения понятий систем контроля информационной среды.

Ключевые слова: информационная среда, система контроля окружающей среды, информационная экология

Поступила в редакцию: 20.04.2022.

Введение. В настоящее время системы контроля окружающей среды (СКОС) представляют собой важнейшее средство анализа состояния надсистемы критически важных объектов [1].

Терминологическое обоснование понятийного аппарата СКОС в большинстве случаев касается программно-аппаратной части и часто относится к экологическому или гидрометеорологическому контролю [2, 3].

Например, контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) – определяется в [2, 3] как система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Как правило, результат функционирования СКОС представляет собой информационный продукт, которому

предъявляется ряд квалиметрических требований, в связи с чем вводятся определенные метрики: достоверность, точность, статистическая устойчивость и другие. К сожалению, среди этих требований отсутствует в явном виде требование обеспечения свойства идемпотентности, которое имеет важное значение в системном анализе. Как известно, это свойство обеспечивает необходимый уровень повторяемости результата, что позволяет выполнить качественный анализ результата измерений и мониторинга, перейти к построению моделей, решать задачи прогнозирования и принятия решений [4, 5]. Ясно, что свойство идемпотентности зависит от множества обстоятельств. В первую очередь, оно диктуется свойствами объекта, определяется отрезком времени анализа и квалификацией специалистов-аналитиков, участвующих в процессе получения (мониторинга) и первичной обработки данных.

Потеря должного уровня идемпотентности в системах и процессах свя-

зано с множеством причин, среди которых следует выделить:

- деструктивные воздействия внешней среды;
- деграционные процессы в самом объекте;
- несовершенство информационно-измерительных систем, методов, методик съема и регистрации данных.

При прочих равных условиях подчеркнем две основные причины нарушения идемпотентности, которые, на наш взгляд, необходимо учесть:

- 1) деструктивные воздействия,
- 2) отсутствие режима реального времени.

Так как современные СКОС реализуются с привлечением информационных технологий, то основной причиной нарушения идемпотентности контролируемых объектов является вредоносное воздействие на информационную структуру. Своевременное обнаружение событий такого рода, на наш взгляд, один из важнейших путей развития функциональных характеристик СКОС и обеспечения информационной безопасности, которая есть в ряде документов.

Целью статьи является расширение понятий систем контроля окружающей среды, введение в рассмотрение нового класса идемпотентных систем контроля окружающей среды и обсуждение системных взаимодействий в информационной среде.

Сформулируем понятие идемпотентности информационного продукта СКОС.

Идемпотентность – свойство СКОС при повторном применении к объекту контроля давать тот же результат (информационный продукт), что и при первом.

На рис. 1 приведена схема идемпотентной СКОС.

Изображенная на рис. 1 укрупненная структурная схема организации систем контроля окружающей среды включает наиболее важные области:

системы экологического мониторинга, системы мониторинга инфраструктуры критических объектов. Осуществимость свойства информационного продукта СКОС – идемпотентности является частью понятия «идемпотентной» СКОС (ИСКОС).

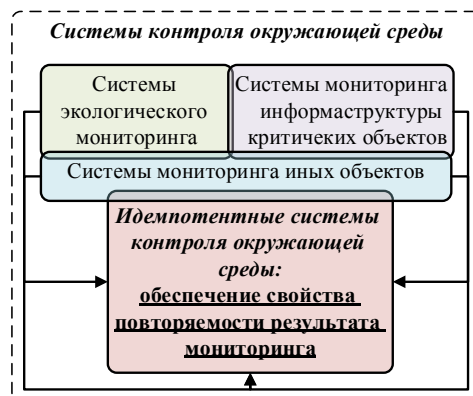


Рис. 1. Схема идемпотентной системы контроля окружающей среды
Fig. 1. Diagram of an idempotent environmental control system

Анализ состояния проблемы. В работе [3] указывается на распространение в настоящее время деструктивных явлений в информационном пространстве, классифицированных в этой работе как информационный вандализм, криминал, терроризм (ИВ, ИК, ИТ), там же ставятся задачи уточнения понятия и категорий, характерных для ИВ, ИК, ИТ, а также целесообразности систематизации возможных методов, средств и объектов.

В [6] анализируется национальная безопасность, в том числе в информационном пространстве. Несмотря на критические аспекты информационного взаимодействия, приведенные в данной работе, их влияние на экологичность информационного пространства очевидно.

Экология интеллектуальных систем тесно связана с системой знаний о ноогенезе, информационной экологией и информационной гигиеной [4]. Еремин А.Л. подчеркивает, что «при несоответствии между планируемым и реальным использованием информации, происхо-

дят неполадки в области информационной экологии». В России информационная экология как дисциплина входит в состав специальных профессиональных дисциплин подготовки студентов вузов культуры и искусств [7–10], что подразумевает духовные снования качества жизни и гуманитарно-философский взгляд на изучаемую проблему.

Следовательно, современная активная информационная среда, характеризующаяся сильнейшим внешним влиянием на психику человека в совокупности с его деятельностью, связанной с информатизацией процессов посредством компьютерных информационных систем (КИС), позволит понять принципы построения и анализа экологических систем [11–14].

Подобный тренд, связанный с оценением важности влияния информационной среды на человека связан с не менее важным фактором качества и целостности информации в КИС. Исследование качества моделей реализуется на основе квалиметрического анализа – мощного направления, определяющего методы анализа статистических характеристик реализации моделей и, как следствие – систем в целом [1–3, 15–16]. Существующие исследования связаны, как правило с формулировкой общих и частных параметров квалиметрического анализа, не касаясь свойств отдельных классов систем. Таким образом, исследования, направленные на рассмотрение нового класса идемпотентных систем контроля окружающей среды и обсуждение системных взаимодействий в информационной среде, являются актуальными.

Проблема оценивания уровня экологичности компьютерных информационных систем в активной среде. Наряду с комплексами датчиков различных показателей среды (например, экологический контроль), в настоящее время представляется важным контролировать информационную среду, которая все активнее представляет собой влияющий фактор не только на

социального, психологического, но и технологического и инфраструктурного типов.

Одним из направлений анализа взаимодействия человека и информационной среды является информационная экология. В исследованиях [5, 6] на основе принципа накопления знаний об информации и объединения их в систему формулируется неизбежность образования нового качества этой системы, что, в свою очередь, формирует новые качества информационных систем. Конец 2-го тысячелетия характеризовался такими терминами, как «информационная революция», «ноосфера», «теория информации», «четвертая власть» – средства массовой информации», «информационное загрязнение». В работе [5] введены такие понятия как информационная анархия – беспорядочное, сумбурное, хаотичное, бессистемное (не структурированное, не последовательное) производство и распространение, получение и хранение информации [5].

В целом, информационная экология – это наука, изучающая закономерности влияния информации на формирование и функционирование человека, человеческих сообществ и человечества в целом, на индивидуальные и общественные взаимоотношения с окружающей информационной средой, а также межличностные и межгрупповые информационные взаимодействия [3].

Приведенные факторы свидетельствуют о трансформации информационного пространства из информационного обеспечения компьютерных систем в активную информационную среду, которая становится жизненно необходимой для социума.

Разрешение этой проблемы приводит к необходимости классификации по различным координатам.

На рис. 2 представлена классификация уровней экологичности КИС, где $U_i F_j Z_k$ – индексы классов: U_i – информационная избыточность, $i \in I$; F_j – фильтрация данных, $j \in J$; Z_k – значимость взаимодействия оператора и системы, $k \in K$.

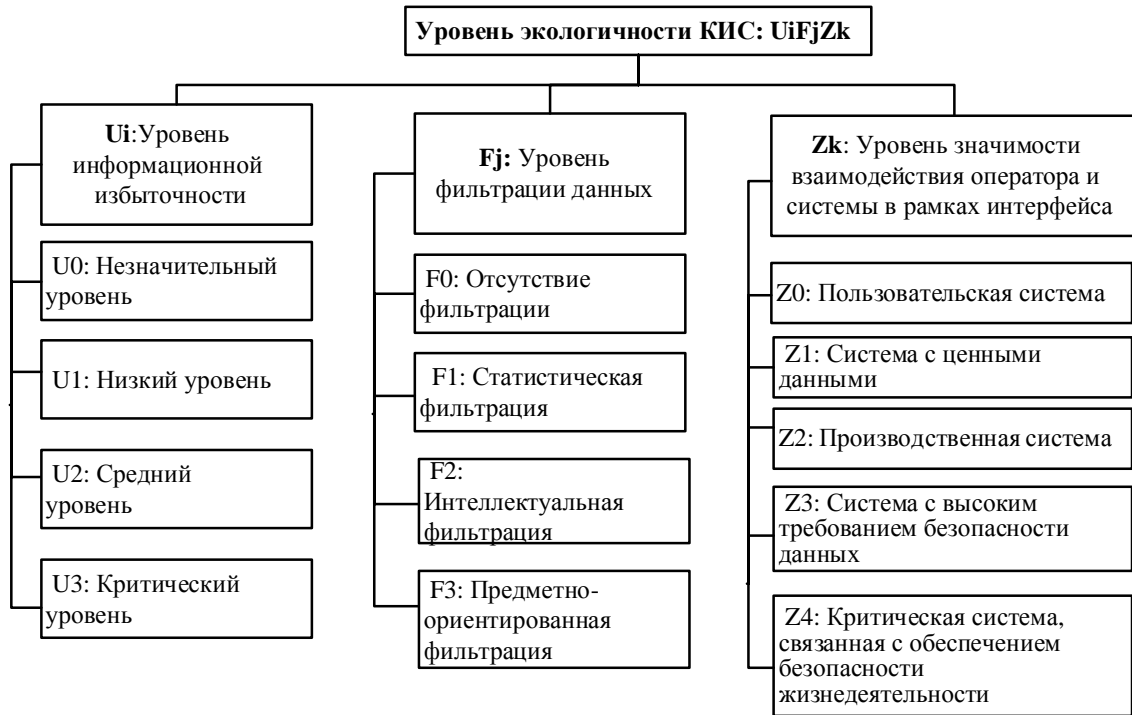


Рис. 2. Схема классификации уровней экологичности компьютерных информационных систем как идентификация объектов идемпотентных СКИС

Fig. 2. Scheme of classification of levels of environmental friendliness of computer information systems as identification of objects of idempotent SCIS

Описание экологичности КИС в предложенной форме будет иметь вид, например, U0F2Z4 – незначительная информационная избыточность, наличие интеллектуальной фильтрации данных, высокая критичность системы, связанной с обеспечением безопасности жизнедеятельности.

При оценивании информационной экологичности КИС предлагается (в упрощенном виде) понимать совокупность трех составляющих:

L_{I++} – уровень информационной избыточности (например, если в КИС предполагается большой поток данных без предварительного анализа);

L_{I+-} – уровень фильтрации данных (например, 1 – отсутствие фильтрации, 2 – статистическая фильтрация, основанная на хранении агрегированных данных, 3 – интеллектуальная фильтрация и т.п.);

L_{I-} – уровень значимости взаимодействия оператора и системы в рамках

интерфейса (например, 1 – пользовательская система, 2 – производственная система, 3 – система с ценными данными, 4 – система с высоким требованием безопасности данных, 5 – критическая система, связанная с обеспечением безопасности жизнедеятельности).

Таким образом, общее выражение уровня экологичности КИС возможно определить как взаимосвязь этих составляющих в рамках некоторого функционала φ

$$L_{IE} = \varphi(L_{I++}, L_{I+-}, L_{I-}). \quad (1)$$

Если вторая и третья составляющие выражения (1) могут входить в это выражение в качестве слагаемых, то первый элемент (L_{I++}) отражает требование экологичности или критичность системы к возможной избыточности. Предлагается использовать его как коэффициент усиления критичности оценки уровня экологичности КИС, вы-

раженный объемом данных в единицу времени (например, 0 – КБ в час, 1 – КБ в минуту, 2 – МБ в час, 3 – МБ в минуту и т.п.)

$$L_{IE} = L_{I++} (L_{I+-} + L_{I\sim}) \quad (2)$$

Проведем оценку экологичности КИС при следующих исходных данных: объем данных мониторинга погодных условий на полигоне бытовых отходов при анализе критического загрязнения и возгорания соответствует оценке: МБ в минуту (данные о силе и направлении ветра, данные о виде и степени опасности веществ в воздухе и почве, данные о близлежащих постройках и т.п); при этом $L_{I+-} = 1$, но требуется 3; $L_{I\sim} = 5$. В этом случае получим $L_{IE} = 3 \cdot (1 + 5) = 18$ при требуемых $L_{IE} = 3 \cdot (3 + 5) = 24$.

Таким образом, предложена система классификации, которая позволяет разрешить проблему оценивания и идентификации КИО уровня идемпотентности и получено количественное выражение экологичности КИС, что позволило оценивать и сравнивать уровни информационной напряженности в заданной предметной области.

Системы контроля состояния информационной среды как элемент СКОС. На основе содержательного подхода обеспечения идемпотентности в рамках рассмотрения нового класса систем, которые предлагается назвать СКИС, возможно получить другие оценки экологичности, а также сформулировать особенности определения и принципы построения системы контроля информационной среды (СКИС), рис. 3.

Особенно важным предполагается формулировка программных документов методологического и правового регулирования как формирования экологичной информационной среды в целом, так и принципов оценивания качества такой среды.

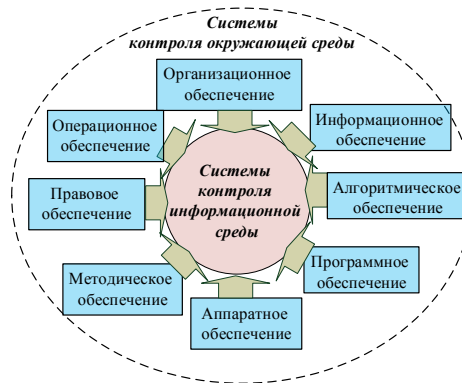


Рис. 3. Обобщенная организационная схема СКИС

Fig. 3. The generalized organizational scheme of SCIS

К основным компонентам СКИС предлагается относить:

- (1) Подсистему мониторинга и фиксации данных, касающихся критических объектов информационной среды;
- (2) Подсистему оценивания и прогнозирования информационных угроз критических инфраструктурных объектов;
- (3) Подсистему оценки качества прогнозирования;
- (4) Подсистему оперативного реагирования на разворачивающиеся информационные атаки;
- (5) Подсистему стратегического планирования защиты от информационных угроз;
- (6) Подсистему оценивания последствий и нанесенного ущерба развернутых информационных атак;
- (7) Подсистему принятия решений по реструктурированию существующей критической инфраструктуры с целью повышения устойчивости к разворачивающимся информационным атакам.

Таким образом, в современном мире глобальных информационных вызовов, обеспечение информационной безопасности связано, в первую очередь, с защитой критических объектов информационной среды, обеспечением инфор-

мационной экологии этой среды, что требует понимания и создания принципиально нового подхода к формированию СКИС.

Сформулируем ряд определений.

Система контроля информационной среды (СКИС) критической инфраструктуры – это комплекс программного, аппаратного, информационного, математического, правового, методологического обеспечения, позволяющих собирать, фиксировать, идентифицировать, обрабатывать, визуализировать, хранить, прогнозировать, моделировать и управлять информационными потоками критической инфраструктуры объектов жизнедеятельности человека.

Глобальная система контроля информационной среды (ГСКИС) критической инфраструктуры – это совокупность комплексов программного, аппаратного, информационного, математического, правового, методологи-

ческого обеспечения, позволяющих собирать, фиксировать, идентифицировать, обрабатывать, визуализировать, хранить, прогнозировать, моделировать и управлять информационными потоками глобальной критической инфраструктуры регионального (ГрСКИС) или всероссийского уровня (ГСКИС).

Принципы организации и построения ГрСКИС и ГКИС основываются на каскадно-иерархическом подходе [11–13].

При исследовании информационного продукта СКИС возникает проблема обеспечения идемпотентности.

Типовой каркас структурной схемы идемпотентной СКОС. На основе предложенных терминологических аспектов, позволяющих уточнить описание СКОС, а именно: сформулированного определения ИСОК и СКИС, на рис. 4 предложен типовой каркас структурной схемы идемпотентной СКОС с учетом подсистемы СКИС.



Рис. 4. Обобщенная структурно-функциональная схема идемпотентной СКОС с учетом СКИС
 Fig. 4. Generalized structural and functional scheme of idempotent SKOS into account SCIS

На рис. 4 можно видеть, что базовыми подсистемами в ней являются подсистема наблюдения (мониторинга) и фиксации данных, подсистема состояния окружающей среды и подсистема регулирования (управления) окружающей среды.

Отметим, что все структурные элементы СКОС могут быть отнесены и к информационным процессам в информационной среде. Например, в подсистеме оценивания состояния окружающей среды в приложении к среде информационной, модуль оценивания фактического состояния среды может содержать методику, сформулированную в форме (1)–(2), как оценку экологичности ИС.

Заключение. Предложено уточнение терминологии СКОС на основе понятия идемпотентности как свойства повторяемости и прогнозируемости результата мониторинга; сформулировано определение идемпотентной СКОС. Оценивание свойства повторяемости возможно на основе анализа статистической устойчивости информационного продукта ИСКОС. Предложено понятие СКИС как составляющей части СКОС. На основе представленной обобщенной структурно-функциональной схемы ИСКОС с учетом СКИС возможно формировать статистически устойчивые решения, а на основе оценок устойчивости результата прогнозировать требуемые объемы данных и статистически зависимую изменчивость среды (информационной, как части окружающей среды).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гайский В.А.* Надежность и точность систем контроля природной среды. Часть 3 // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 4 (42). С. 111–118. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-4-111-118
2. *Юсупов Р.М., Шишкин В.М.* Информационная безопасность, кибербезопасность и смежные понятия: cyber security vs информационной безопасности // Информационное противодействие угрозам терроризма. 2013. Т. 21, № 21. С. 27–35. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21999013>
3. *Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
4. *Рябовая В.О., Доронина Ю.В.* Методы реструктуризации циклических систем: монография. Севастополь: СевГУ, 2018. 200 с.
5. *Маслов В.П., Колокольцов В.Н.* Идемпотентный анализ и его применение в оптимальном управлении. М.: Физматлит, 1994. 144 с.
6. *Литвинов Г.Л., Маслов В.П., Шниз Г.Б.* Идемпотентный функциональный анализ. Алгебраический подход // Матем. заметки. 2001. Т. 69 (5). С. 758–797.
7. *Юсупов Р.М., Заболотский В.П.* Научно-методологические основы информатизации: РАН, СПб. ин-т информатики и автоматизации. СПб.: Наука, 2000. 456 с.
8. *Еремин А.Л.* Ноогенез и теория интеллекта. Краснодар: СовКуб, 2005. 356 с.
9. *Еремин А.Л.* Мировой разум: технические характеристики и интеллектуальные технологии // Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные процессы в высшей школе». Краснодар: КубГТУ, 2010. С. 187–189.
10. *Осипов В.Ю., Юсупов Р.М.* Информационный вандализм, криминал и терроризм как современные угрозы обществу // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 8. С. 34–45.
11. *Парахонский А.П.* Информационная экология // Успехи современного естествознания. 2011. № 11. С. 88–89; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=29154> (дата обращения: 07.03.2022).
12. *Доронина Ю.В., Маловик К.Н.* Влияние экологичности информацион-

ной системы на качество жизни // Качество и жизнь. 2018. № 1 (17). С. 70–77.

13. Петрова Е.В. Информационная экология в цифровой среде // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2019. № 3 (23). С. 103–108. doi:10.24151/2409-1073-2019-3-103-108

14. Скатков А.В., Балакирева И.А., Шевченко В.И. Технологии системотехнических решений: монография. М.: Изд-во Спутник+. 2016. 267 с.

15. Скатков А.В., Брюховецкий А.А., Моисеев Д.В., Шевченко В.И. Оценивание состояний природно-технических

систем на основе динамической кластеризации // Системы контроля окружающей среды. 2020. Вып. № 1 (39). С. 135–144. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-1-135-144

16. Доронина Ю.В., Скатков А.В., Особенности квалиметрического анализа полимодельных комплексов с переменной топологией при исследовании сложных технических систем // Вестник Томского гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 56. С. 49–58. DOI: 10.17223/19988605/56/6

ON THE IDEMPOTENCY PROPERTY OF ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEMS

A.V. Skatkov, Yu.V. Doronina, D.V. Moiseev

Sevastopol State University,
RF, Sevastopol, Universitetskaya St., 33
E-mail: dmitriymoiseev@mail.ru

The article focuses on the issue of assessing the repeatability property based on the analysis of the statistical stability of the information product of an idempotent environmental control system. The concept of the information environment control system as a component of the environmental control system is proposed. It is shown that on the basis of the presented generalized structural and functional scheme of an idempotent environmental control system, it is possible to form statistically stable solutions, and on the basis of estimates of the stability of the result, it is possible to predict the required data volumes and statistically dependent variability of the environment (information, as part of the environment). A number of definitions concerning the clarification of the concepts of information environment control systems are proposed.

Keywords: information environment, environmental control system, information ecology

REFERENCES

1. Gajskij V.A. Nadezhnost' i tochnost' sistem kontrolja prirodnoj sredy. Chast' 3 (Reliability and accuracy of environmental control systems. Part 3). *Sistemy kontrolja okruzhajushhej sredy*, 2020, No. 4 (42), pp. 111–118. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-4-111-118

2. Jusupov R.M. and Shishkin V.M. Informacionnaja bezopasnost', kiberbezopasnost' i smezhnye ponjatija: cyber security vs informacionnoj bezopasnosti (Information security, cybersecurity and related concepts: cyber security vs information security). *Informacionnoe protivodejstvie ugrozam terrorizma*, 2013, Vol. 21, No. 21, pp. 27–35.

3. Ohtilev M.Ju., Sokolov B.V., and Jusupov R.M. Intellektual'nye tehnologii monitoringa i upravlenija strukturnoj dinamikoj slozhnyh tehniceskikh ob'ektov (Intelligent technologies for monitoring and controlling the structural dynamics of complex technical objects), Moscow: Nauka, 2006, 410 p.

4. Rjabovaja V.O. and Doronina Ju.V. Metody restrukturizacii ciklicheskih system (Methods of restructuring cyclic systems. Monograph). Sevastopol': SevGU, 2018, 200 p.

5. Maslov V.P. and Kolokol'cov V.N. Idempotentnyj analiz i ego primenenie v optimal'nom upravlenii (Idempotent analysis and its application in optimal management), Moscow: Fizmatlit, 1994, 144 p.

6. Litvinov G.L., Maslov V.P., and Shpiz G.B. Idempotentnyj funkcional'nyj analiz. Algebraicheskiy podhod (Idempotent functional analysis. Algebraic approach). *Matem. zametki*, 2001, Vol. 69 (5), pp. 758–797.

7. *Jusupov R.M. and Zabolotskij V.P.* Nauchno-metodologicheskie osnovy informatizacii: RAN (Scientific and methodological foundations of Informatization: RAS), Saint-Petersburg. in-t informatiki i avtomatizacii, Saint-Petersburg: Nauka, 2000, 456 p.
8. *Eremin A.L.* Noogenez i teorija intelekta (Noogenesis and theory of intelligence). Krasnodar: SovKub, 2005, 356 p.
9. *Eremin A.L.* Mirovoj razum: tehnicheckie harakteristiki i intellekt-tehnologii (The world mind: technical characteristics and intelligence technologies) Materialy XVI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Innovacionnye processy v vysshej shkole". Krasnodar: KubGTU, 2010, pp. 187–189.
10. *Osipov V.Ju. and Jusupov R.M.* Informacionnyj vandalizm, kriminal i terrorizm kak sovremennye ugrozy obshhestvu (Information vandalism, crime and terrorism as modern threats to society). *Trudy SPIIRAN*, 2009, Vol. 8, pp. 34–45.
11. *Parahonskij A.P.* Informacionnaja jekologija. *Uspehi sovremennogo estestvoznanija*, 2011, No. 11, pp. 88–89. URL:<https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=29154> (07.03.2022).
12. *Doronina Ju.V. and Malovik K.N.* Vlijanie jekologichnosti informacionnoj sistemy na kachestvo zhizni (The impact of environmental friendliness of the information system on the quality of life). *Kachestvo i zhizn'*, 2018, No. 1 (17), pp. 70–77.
13. *Petrova E.V.* Informacionnaja jekologija v cifrovoj srede (Information ecology in the digital environment). *Jekonomicheskie i social'no-gumanitarnye issledovanija*, 2019, No. 3 (23), pp. 103–108. doi:10.24151/2409-1073-2019-3-103-108
14. *Skatkov A.V., Balakireva I.A., and Shevchenko V.I.* Tehnologii sistemotehnicheckih reshenij (Technologies of system engineering solutions), Moskva: Izd-vo "Sputnik+", 2016, 267 p.
15. *Skatkov A.V., Brjuhoveckij A.A., Moiseev D.V., and Shevchenko V.I.* Ocenivanie sostojanij prirodno-tehnicheckih sistem na osnove dinamicheskoj klasterizacii (Assessment of the states of natural and technical systems based on dynamic clustering). *Sistemy kontrolja okruzhajushhej sredy*, 2020, No. 1 (39), pp. 135–144.
16. *Doronina Ju.V. and Skatkov A.V.* Osobennosti kvalimetriceskogo analiza polimodel'nyh kompleksov s peremennoj topologiej pri issledovanii slozhnyh tehnicheckih sistem (Features of qualimetric analysis of polymodel complexes with variable topology in the study of complex technical systems). *Vestnik Tomskogo gos. un-ta. Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika*, 2021, No. 56, pp. 49–58. DOI: 10.17223/19988605/56/6