

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ / COMPUTER MODELING AND DESIGN AUTOMATION

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.14>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И ПРОДАЖАМ АВТОМОБИЛЕЙ

Научная статья

Нестеренко Г.А.<sup>1,\*</sup>, Нестеренко И.С.<sup>2</sup>, Залознов И.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1528-4627;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-4749-010X;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0001-7056-8513;

<sup>1,2,3</sup> Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (nga112001[at]list.ru)

**Аннотация**

В статье приводятся сведения о состоянии автомобильного парка в стране и показана необходимость по созданию станций технического обслуживания и дилерских центров в регионах. Описывается назначение и методика использования BIM-технологий при проектировании станции технического обслуживания легковых автомобилей. Приведен пример разработанной планировки станции с использованием программного пакета 3Ds Max, приведены результаты ее проработки, направленные на улучшение условий пребывания клиентов. Описаны основные этапы проектирования станции технического обслуживания автомобилей. В работе приводятся статистические сведения, полученные после проведения опроса клиентов. Представлены результаты опроса.

**Ключевые слова:** моделирование, BIM-технологии, станция технического обслуживания, строительство, проектирование.

USE OF BIM TECHNOLOGIES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF DEVELOPMENT AND OPERATION OF AUTOMOTIVE SERVICE AND SALES ENTERPRISES

Research article

Nesterenko G.A.<sup>1,\*</sup>, Nesterenko I.S.<sup>2</sup>, Zaloznov I.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-1528-4627;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-4749-010X;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0001-7056-8513;

<sup>1,2,3</sup> Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

\* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

**Abstract**

The article presents information about the state of the car park in the country and demonstrates the necessity to create service stations and dealership centres in the regions. The article describes the purpose and methodology of using BIM technologies in the design of passenger car service station. An example of the developed station layout with the use of 3Ds Max software package is given, the results of its elaboration aimed at improving the conditions of customers' stay are shown. The main stages of designing of car service station are described. The work provides statistical data obtained after conducting a survey of customers. The results of the survey are given.

**Keywords:** modelling, BIM technologies, service station, construction, design.

**Введение**

Автомобильный транспорт в настоящее время занимает ведущую роль при перевозке грузов и пассажиров. Большой процент транспортного парка страны является частным и используется в личных целях граждан. На учете в ГИБДД числятся 56 миллионов машин, 45,5 миллиона из них легковые, а каждая десятая – старше 30 лет [1].

Интенсивный рост потребностей в автомобилях приводит к тому, что автопроизводители не успевают обеспечить все потребности людей. В результате этого обновление автомобильного парка происходит постепенно и в эксплуатации находятся транспортные средства с большими пробегами и накопившимся износом [2], [3].

Условия эксплуатации транспортных средств требуют проведения регулярного технического обслуживания и ремонтно-восстановительных работ. Для обеспечения потребностей в этих работах требуется создать необходимое количество станций технического обслуживания (СТО) [4].

Проектирование станций технического обслуживания автомобилей является трудоемким процессом, связанным со строительными решениями, с обеспечением требований безопасности и последовательности технологических процессов технического обслуживания и ремонта транспортных средств [5].

Применение средств автоматизации при проектировании позволяет оптимизировать принятые решения и произвести моделирование как самого предприятия, так и его технологических возможностей (размещения технологического оборудования, проектирования безопасных проездов и обеспечения маневрирования на узких участках и т.д.) и составления проектной документации [6], [7].

Все перечисленные выше факторы доказывают актуальность выбранной темы, основной целью которой является обоснование необходимости применения 3D моделирования при проектировании станций технического обслуживания автомобилей.

### Методы и принципы исследования

Оценка спроса на услуги станции технического обслуживания позволяет выявить необходимость в ее постройке в заданном регионе. Для того, чтобы оценить величину спроса, используется следующая методика расчета:

1. Прогнозирование данных по числу и составу автомобильного парка, находящегося в зоне обслуживания проектируемой СТО;

2. Оценка спроса на услуги СТО в регионе;

3. Прогнозирование динамики дальнейшего изменения спроса на услуги СТО.

После оценки спроса на услуги СТО и выводе о целесообразности ее постройки требуется определить необходимую мощность станции. Для этого производится расчет годовых объемов работ и числа постов с использованием выражений (1, 2) [8].

Расчет годовых объемов работ:

$$T_{\text{ТО-ТР}} = \sum (N_{\text{СТО}j} * L_{ri} * t_{\text{ТО-ТР}i}) / 1000 \quad (1)$$

где  $N_{\text{СТО}j}$  – количество обслуживаемых автомобилей  $j$ -й модели;  $L_{ri}$  – среднегодовой пробег автомобиля, км;  $t_{\text{ТО-ТР}i}$  – нормативная трудоемкость ТО и ТР, чел.-ч/1000 км.

Расчет числа постов:

$$X = (T_{\text{П}} * \phi) / (D_{\text{РГ}} * T_{\text{см}} * C * P_{\text{П}} * n_{\text{П}}) \quad (2)$$

где  $T_{\text{П}}$  – годовой объем постовых работ, чел.-ч;  $\phi$  – коэффициент неравномерности загрузки постов;  $D_{\text{РГ}}$  – число рабочих дней в году;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  $C$  – число смен;  $P_{\text{П}}$  – среднее число рабочих на посту;  $n_{\text{П}}$  – коэффициент использования рабочего времени поста.

После определения числа постов начинается непосредственно проектирование СТО, производится расчет площадей помещений, определяется потребность в необходимом оборудовании и разрабатывается технологическая планировка станции.

При разработке технологической планировки станции можно использовать технологии BIM (Building Information Model), т.е. объектно-ориентированная модель строительного объекта или комплекса строительных объектов, в трёхмерном виде.

В России все более успешно используется опыт многомерного проектирования в создании зданий и сооружений, где преимущества внедрения BIM реализуются в повышении точности проектирования, 3D-визуализации модели объекта, сокращении времени возведения и эксплуатации объектов [9].

Некоторые средства BIM:

- AutoCAD Civil 3D;
- Autodesk Navisworks;
- Autodesk Revit и др.

Данные программные продукты широко используются в процессе проектирования зданий и сооружений и имеют следующие достоинства:

- создают чертежи автоматически, от пользователей требуется задать необходимые параметры;
- регулирование мельчайших элементов схемы – углов воздуховодов, перил, лестничных конструкций, пробок и концов трубопровода и т.д.;
- в программы внедрена нормативная документация;
- возможность добавления элементов со сторонних файлов;
- допустима трехуровневая визуализация посредством облаков точек;
- размеры и исходную информацию можно разбивать на группы для облегчения подготовки документов и подсчета стоимости;
- допускается маркировка строительных элементов;
- возможен импорт и экспорт файлов из других программных продуктов;
- с одним файлом при проектировании могут работать все сотрудники дистанционно.

Однако данные продукты имеют и ряд недостатков:

- не все программные продукты позволяют русскоязычным пользователям использовать некоторые библиотеки;
- в некоторых продуктах отсутствуют строительные нормативы РФ;
- сложные программные продукты целесообразно применять для проектирования монолитных конструкций, сборные объекты требуют разработки составляющих частей;
- дорогостоящий лицензированный продукт.

Таким образом, предварительное проектирование целесообразно выполнять с использованием более доступного программного обеспечения, а в последствии объединять элементы проекта в более сложном программном продукте.

### Основные результаты и обсуждение

При проведении исследований в качестве исходных данных был использован проект городской станции технического обслуживания легковых автомобилей. Проектирование станции проводилось с использованием программного пакета 3Ds Max – программы для создания 3D-объектов. Это продукт компании Autodesk, которая специализируется на работе с трехмерными изображениями для инженерного и дизайн-проектирования.

Данный программный продукт был выбран из соображений совместимости с перечисленными выше программами, а также из-за его меньшей стоимости по сравнению с ними. Программу 3Ds Max можно использовать как совместно всеми пользователями на своих рабочих местах, так и по отдельности при индивидуальной работе.

Разработанный проект (Рис. 1) позволил рационально использовать производственные и бытовые помещения, расставить необходимое оборудование, разместить технические средства и коммуникации, провести моделирование рабочего пространства сотрудников СТО и эргономично разместить клиентов в специализированных помещениях.

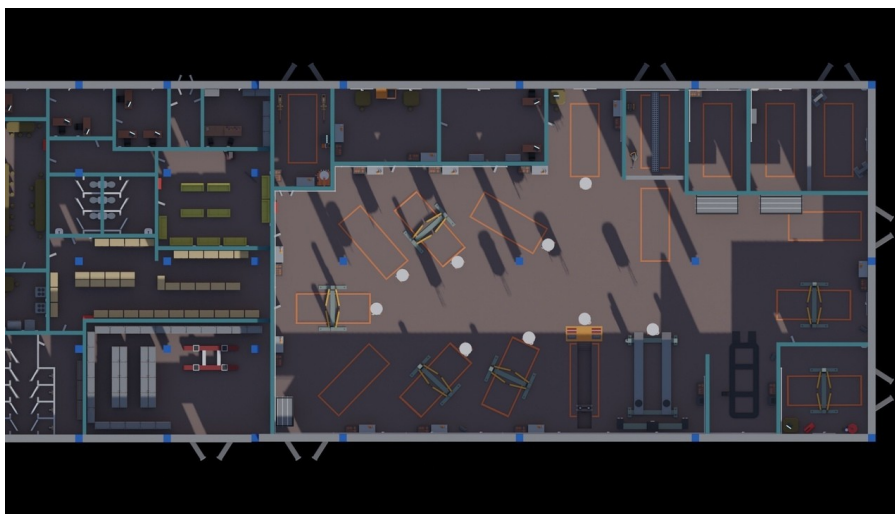


Рисунок 1 - Планировка станции технического обслуживания, выполненная с использованием средств 3D моделирования

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.14.1>

Детальной проработке подверглись основные элементы, показанные на планировке. К числу таких элементов были отнесены: технологическое оборудование в рабочей зоне, административно-бытовые помещения с расставленными предметами интерьера и мебель, складское оборудование и т.д. (Рис. 2).



Рисунок 2 - Элементы планировки СТО с детальной проработкой

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.14.2>

При проектировании комнаты ожидания было принято решение расширить ее и клиентскую зону. Изначально клиентская зона представляла собой небольшое помещение, где располагалась мягкая зона, телевизор и кофейный аппарат, также в отдельной зоне был оборудован санузел для клиентов. В данной клиентской зоне комфортно могли расположиться не более 3 человек. Для повышения комфортного расположения большего числа клиентов было принято решение расширить клиентскую зону и разделить ее на несколько частей [10].

Представленная 3D модель позволяет детально изучить и проработать вопросы наполнения помещений необходимым оборудованием и предметами интерьера, осуществить их рациональный выбор по технологическим характеристикам, внешнему виду и размерам. Все это приводит к тому, что снижаются затраты на время проектирования и согласования с заказчиком.

Кроме самого проектирования станций технического обслуживания и дилерских центров по продажам автомобилей, технологии BIM моделирования с использованием 3D визуализации можно применять при испытаниях автомобилей потенциальными покупателями на виртуальных тест-драйв площадках [11].

Некоторые факторы, на которые оказывает влияние технология BIM [12]:

1. Оптимизация площади при проектировании объекта капитального строительства. По сравнению с 2D планированием это может привести к экономии незастроенного пространства примерно на 6% от общей стоимости проекта;

2. Сокращение объема работ по техническому обслуживанию. BIM сокращает предпроизводственные проверки и проверки на месте для технического обслуживания благодаря актуальным и полным техническим данным, доступным на ходу. Экономия времени может составить до 50%;

3. Тепловое моделирование зданий на основе BIM. Еще одним фактором снижения затрат в строительстве является тепловое моделирование зданий на основе BIM. Оптимизированные данные с помощью теплового моделирования, интегрированного в планирование, обеспечивают уверенность в затратах, соблюдение графика и снижение капитальных и эксплуатационных затрат на крышу и навес, что оказывает значительное влияние на фасад;

4. Моделирование систем на основе BIM: предварительное моделирование позволяет целенаправленно инвестировать в системы отопления, охлаждения и вентиляции и, таким образом, экономить общие затраты.

Таким образом, использование BIM-технологий при реализации инфраструктурных проектов, как правило, связанных со строительством объектов, позволяет повысить конкурентоспособность инфраструктурных проектов, как на российском, так и на зарубежных рынках в первую очередь за счет сокращения сроков строительства и, как следствие этого, удешевления строительства.

### Заключение

Представленный подход к проектированию станций технического обслуживания позволяет наиболее точно и полноценно использовать все имеющиеся площади для обеспечения рентабельности предприятия. Кроме того, использование 3D визуализации позволяет повысить заинтересованность потенциальных клиентов к обращению на СТО и дилерские центры, что в свою очередь приведет к росту продаж автомобилей и числу повторных обращений клиентов для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Исследованиями установлено, что предложение различных видов тест-драйва в дилерском центре повышает интерес клиентов и значительно расширяет клиентскую базу. Использование виртуальных тест-драйв площадок позволяет испытать автомобиль во всех условиях независимо от реальной погоды и времени года и принять решение о его дальнейшем приобретении.

При проведении опроса 78% клиентов выразили желание повторно вернуться в дилерский центр в связи с наличием возможности виртуального выбора автомобиля и прохождения тест-драйв заездов.

Результаты проведенной работы показали, что литературные источники не описывают комплексный подход к обеспечению жизненного цикла предприятий автотранспорта, а отражают только отдельные аспекты их проектирования или эксплуатации. Для реализации полного цикла работы предприятия необходимо применять комплексное моделирование объектов и работ, а именно, не только проектировать сами станции, но и создавать экспериментальные площадки для проведения тест-драйва, готовить комфортные условия для сотрудников и посетителей и т.д. Все эти мероприятия можно реализовать с применением BIM технологий и средств автоматизации. При этом новизна полученных результатов заключается в комплексном подходе к вопросам проектирования и последующего обеспечения функционирования предприятий.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Маняшин А.В., Тюменский Индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.14.3>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

Manyashin A.V., Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.14.3>

### Список литературы / References

1. Сколько автомобилей ездит по России? Итог вас удивит! // За рулем. — 2022. — URL: <https://www.zr.ru/content/articles/937076-skolko-v-rossii-avtomobilej/> (дата обращения: 27.06.2023).

2. Болштянский А.П. Организация услуг автосервиса на вузовской станции технического обслуживания автомобилей / А.П. Болштянский, В.Е. Щерба, И.С. Нестеренко // Омский научный вестник. — 2010. — № 3(88). — С. 204-206.

3. Нестеренко Г.А. Перспективы внедрения электронного документооборота при использовании корпоративных информационных систем / Г.А. Нестеренко, И.О. Щука, И.С. Нестеренко // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 11(125). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.15.

4. Нестеренко И.С. Мобильные системы обслуживания на примере передвижных СТОА / И.С. Нестеренко, А.П. Болштянский, В.Е. Щерба // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. — Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2007. — С. 36-39.

5. Болштянский А.П. Система, технология и организация автосервиса передвижными СТОА / А.П. Болштянский, В.Е. Щерба, И.С. Нестеренко // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы Международной

научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2010 года. — Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2010. — С. 29-31.

6. Корнев В.И. Использование цифровых технологий и 3D-моделирования в градостроительной деятельности (на примере города Томска) / В.И. Корнев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2020. — Т. 22. — № 6. — С. 70-82. — DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-70-82.

7. Лыжин В.С. Информационное будущее BIM 3D-моделирования / В.С. Лыжин, Ж.Э. Уморина // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. — 2023. — Т. 2. — С. 128-131.

8. Напольский Г.М. Технологический расчет и планировка станций технического обслуживания автомобилей / Г.М. Напольский, А.А. Солнцев. — М.: МАДИ (ГТУ), 2003. — 53 с.

9. Игнатова Е.С. Перспективы гибкого управления строительным производством с применением информационного моделирования строительных объектов (BIM) / Е.С. Игнатова // Современные наукоемкие технологии. — 2020. — № 12-1. — С. 128-134. — DOI: 10.17513/snt.38421.

10. Нестеренко И.С. Проектирование клиентской зоны, позволяющей повысить спрос на услуги станций технического обслуживания автомобилей / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко, В.С. Буграков // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 1(115). — С. 55-58. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.115.1.112.

11. Буграков В.С. Повышение инвестиционной привлекательности автомобильных центров за счет виртуальных тест-драйв площадок / В.С. Буграков, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Актуальные вопросы современной экономики. — 2022. — № 6. — С. 83-89.

12. Шахрамьян М.А. Некоторые вопросы повышения конкурентоспособности и зрелости инфраструктурных проектов с использованием технологий информационного моделирования / М.А. Шахрамьян, В.П. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies. — 2022. — Т. 10. — № 12. — С. 123-173.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Skol'ko avtomobilej ezdit po Rossii? Itog vas udivit! [How many cars drive in Russia? The result will surprise you!] // Behind the wheel. — 2022. — URL: <https://www.zr.ru/content/articles/937076-skolko-v-rossii-avtomobilej/> (accessed: 27.06.2023). [in Russian]

2. Bolshtyansky A.P. Organizaciya uslug avtoservisa na vuzovskoj stancii tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobilej [Organization of Car Service at the University Car Service Station] / A.P. Bolshtyansky, V.E. Shcherba, I.S. Nesterenko // Omskij nauchnyj vestnik [Omsk Scientific Bulletin]. — 2010. — № 3(88). — P. 204-206. [in Russian]

3. Nesterenko G.A. Perspektivy vnedreniya elektronnoho dokumentooborota pri ispol'zovanii korporativnyh informacionnyh sistem [Prospects for the Introduction of Electronic Document Management when Using Corporate Information Systems] / G.A. Nesterenko, I.O. Shchuka, I.S. Nesterenko // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2022. — № 11(125). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.15. [in Russian]

4. Nesterenko I.S. Mobil'nye sistemy obsluzhivaniya na primere peredvizhnyh STOA [Mobile Service Systems on the Example of Mobile Service Stations] / I.S. Nesterenko, A.P. Bolshtyansky, V.E. Shcherba // Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin [Problems of Operation and Maintenance of Transport and Technological Machines]. — Tyumen: Tyumen State Oil and Gas University, 2007. — P. 36-39. [in Russian]

5. Bolshtyansky A.P. Sistema, tekhnologiya i organizaciya avtoservisa peredvizhnymi STOA [System, Technology and Organization of Car Service by Mobile Service Stations] / A.P. Bolshtyansky, V.E. Shcherba, I.S. Nesterenko // Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, Tyumen', 14 aprelya 2010 goda [Transport and Transport-technological Systems: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Tyumen, April 14, 2010]. — Tyumen: Tyumen State Oil and Gas University, 2010. — P. 29-31. [in Russian]

6. Korenev V.I. Ispol'zovanie cifrovyyh tekhnologij i 3D-modelirovaniya v gradostroitel'noj deyatel'nosti (na primere goroda Tomsk) [The Use of Digital Technologies and 3D Modeling in Urban Planning (on the example of the city of Tomsk)] / V.I. Korenev // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturo-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. — 2020. — Vol. 22. — № 6. — P. 70-82. — DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-70-82. [in Russian]

7. Lyzhin V.S. Informacionnoe budushchee BIM 3D-modelirovaniya pInformacion Future of BIM 3D Modeling] / V.S. Lyzhin, Zh.Je. Umorina // Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU [New Ideas of the New Century: Proceedings of the International Scientific Conference of IAD SPSU]. — 2023. — Vol. 2. — P. 128-131. [in Russian]

8. Napolsky G.M. Tekhnologicheskij raschet i planirovka stancij tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobilej [Technological Calculation and Planning of Car Maintenance Stations] / G.M. Napolsky, A.A. Solntsev. — М.: MARCI (STU), 2003. — 53 p. [in Russian]

9. Ignatova E.S. Perspektivy gibkogo upravleniya stroitel'nyh proizvodstvom s primeneniem informacionnogo modelirovaniya stroitel'nyh ob'ektov (BIM) [Prospects for Flexible Management of Construction Production Using Information Modeling of Building Objects (BIM)] / E.S. Ignatova // Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern Science-intensive Technologies]. — 2020. — № 12-1. — P. 128-134. — DOI: 10.17513/snt.38421. [in Russian]

10. Nesterenko I.S. Proektirovanie klientskoj zony, pozvol'yayushchej povysit' spros na uslugi stancij tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobilej [Designing a Client Area that Allows Increasing the Demand for the Services of Car Service Stations] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko, V.S. Bugrakov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2022. — № 1(115). — P. 55-58. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.115.1.112. [in Russian]

11. Bugrakov V.S. Povyshenie investicionnoj privlekatel'nosti avtomobil'nyh centrov za schet virtual'nyh test-drajv ploshchadok [Increasing the Investment Attractiveness of Automotive Centers through Virtual Test Drive Sites] / V.S.

Bugrakov, G.A. Nesterenko. I.S. Nesterenko // Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki [Actual Issues of Modern Economics]. — 2022. — № 6. — P. 83-89. [in Russian]

12. Shakhramanyan M.A. Nekotorye voprosy povysheniya konkurentosposobnosti i zrelosti infrastrukturyh proektov s ispol'zovaniem tekhnologij informacionnogo modelirovaniya [Some Issues of Increasing the Competitiveness and Maturity of Infrastructure Projects Using Information Modeling Technologies] / M.A. Shahramanyan, V.P. Kupriyanovsky // International Journal of Open Information Technologies. — 2022. — Vol. 10. — № 12. — P. 123-173. [in Russian]