

DOI: 10.12731/2658-4034-2022-13-6-45-59  
УДК 378.147.88

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ СТЕНД КАК СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НАСТРОЙКЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

*Е.А. Калиберда, А.М. Шабалин*

**Цель.** Теоретическое обоснование и разработка программно-аппаратного стенда, для обучения будущих специалистов в области информационной безопасности настройке современных беспроводных сетей.

**Метод или методология проведения работы.** Основу исследования составили научные положения об организации практико-ориентированного обучения. В качестве его методологической базы выступил компетентностный подход, использовались теоретические методы (сравнение, анализ, обобщение, конкретизация, моделирование). Разработка и внедрение в учебный процесс программно-аппаратного стенда проводились в Тюменском государственном университете в 2021-2022 г.г. с привлечением студентов направления подготовки «Компьютерная безопасность».

**Результаты.** Авторами разработан и применен в учебном процессе программно-аппаратный лабораторный стенд, объединяющий средства виртуализации программных и аппаратных компонентов компьютерной сети.

Стенд применяется для изучения современной инфраструктуры компьютерной сети, используемой в предприятиях и компаниях студентами направления подготовки «Компьютерная безопасность». А также, стенд может быть использован при обучении настройке современных беспроводных сетей студентов направлений: «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», «Информатика и вычислительная техника», «Программная инженерия», «Прикладная информатика».

*На базе стенда разработан цикл лабораторных работ для студентов старших курсов направления «Компьютерная безопасность», в рамках изучения дисциплины «Безопасность беспроводных компьютерных сетей».*

**Область применения результатов.** *Результаты исследования могут быть применены в сфере подготовки будущих IT-специалистов в системе высшего образования.*

**Ключевые слова:** *высшее образование; информационная безопасность; IT-подготовка; программно-аппаратный стенд; средства виртуализации; беспроводные компьютерные сети*

## SOFTWARE AND HARDWARE STAND AS A MODERN TOOL FOR TEACHING STUDENTS TO CONFIGURE WIRELESS NETWORKS

*E.A. Kaliberda, A.M. Shabalin*

**Goal.** *Theoretical justification and development of a software and hardware stand in order to train future information security specialists in setting up modern wireless networks.*

**Work methodology or method.** *The study is based on scientific regulations of the practice-oriented learning organization. The competence-based approach was used as its methodological base, theoretical (comparison, analysis, generalization, concretization, modeling) methods were used. The development and implementation of a software and hardware stand in the educational process was carried out at Tyumen State University in 2021-2022 with the involvement of students from the “Computer Security” direction of training.*

**Results.** *The authors have developed and applied in the educational process a software and hardware laboratory stand that combines virtualization tools for software and hardware components of a computer network.*

*The stand is used to study the modern infrastructure of a computer network which is used in enterprises and companies by students of the “Computer Security” specialization. It can also be used while teaching modern*

*wireless networks configuration for students of the directions: “Mathematical support and administration of information systems”, “Computer science and computer technology”, “Software engineering”.*

*On the basis of the stand a cycle of laboratory works was developed for senior students of the “Computer security” specialization as part of the study of the “Wireless computer networks security” discipline.*

**Scope of results.** *The results of the study can be applied in the field of training future IT-specialists in the higher education system.*

**Keywords:** *higher education; information security; IT training; software and hardware stand; virtualization tools; wireless computer networks*

Развитие информационных технологий требует сегодня иных подходов к процессу подготовки высококлассных IT-специалистов. На передний план выступает его практическая составляющая. Современному студенту нужно не только постоянно пополнять свой запас теоретических знаний новейшими исследованиями в данной области, но и (что еще более важно) уметь применять эти знания на практике.

Одним из стремительно развивающихся направлений в IT-области являются беспроводные компьютерные сети. Ещё 20 лет назад производство сетевых устройств, поддерживающих технологии Wi-Fi, было дорогим, а количество беспроводных клиентов – небольшим. Но развитие беспроводных технологий привело к тому, что, по данным исследовательской фирмы «650 Group», если в 2019 году продажа полупроводников Wi-Fi в мире превысила 4 миллиарда за год, то к 2026 году прогнозируется увеличение числа продаж до 25 миллиардов устройств [10].

При таком активном развитии беспроводных технологий особенно важным представляется включение теории и практики по их использованию в образовательный процесс высших учебных заведений при подготовке компетентных IT-специалистов. Причем здесь важны не столько их пользовательские навыки (они у них, безусловно, имеются благодаря развитию современной мобильной связи), сколько умения проектировать, администрировать, обеспечивать

безопасность беспроводных сетей, которыми должны обладать будущие конкурентоспособные системные администраторы, сетевые инженеры и офицеры информационной безопасности.

Различные производители беспроводного сетевого оборудования предлагают образовательные программы для подготовки к промышленной сертификации базового, профессионального и экспертного уровней. Наиболее известными программами промышленной сертификации являются Certified Wireless Network Administrator (CWNA), Cisco Certified Network Associate (CCNA), Huawei Certified ICT Associate-WLAN (HCIA WLAN) и другие.

Нынешние выпускники высших учебных заведений вышеназванных специальностей должны владеть знаниями и умениями как минимум базового уровня. Одной из главных проблем подготовки именно таких IT-специалистов является ее практическая составляющая, то есть развитие *hard-skills* [1, 3, 4, 5, 11]. Организация качественного обучения беспроводным технологиям может осуществляться с помощью использования современных средств обучения, к числу которых относятся, например, симуляторы компьютерных сетей [2, 6]. Однако имеющиеся средства не приводят к желаемым результатам, поскольку у них весьма ограниченный функционал. Программно-аппаратные, виртуальные, облачные стенды различных сетевых технологий и моделирование защиты критически важных объектов информационной инфраструктуры от целевых компьютерных атак активно применяются различными исследователями и преподавателями [12, 13, 15].

Особенности применения современных средств виртуализации как средства обучения в вузе рассмотрено авторами статьи в ряде публикаций [7, 8, 9, 14]. В данной работе речь идет о важнейшей составляющей подготовки IT-специалистов – настройке современных беспроводных сетей.

Такое практико-ориентированное обучение, чтобы быть максимально эффективным, должно опираться на разработки с применением технических достижений последних лет, к числу которых можно отнести и программно-аппаратный стенд, с помощью вир-

туальной части которого могут быть решены многочисленные профессиональные задачи.

В частности, при обучении современным беспроводным компьютерным сетям разработанный авторами стенд представляется наиболее удобным средством выработки навыков по настройке и управлению информационной безопасностью.

### **Материалы и методы**

В современных корпоративных компьютерных сетях с увеличением доли использования беспроводных компьютерных сетей особенно остро встают вопросы администрирования и обеспечения информационной безопасности, решаемые только посредством централизованного управления, для осуществления которого различные производители предлагают специальное коммуникационное устройство, организующее управление из одного узла всей беспроводной инфраструктурой (точками доступа и клиентами) компании.

Данным устройством является контроллер беспроводной сети, который позволяет отслеживать состояние точек доступа, изменять их конфигурацию, управлять безопасностью, перезагружать и т.д.

Администрирование независимых точек доступа осталось в прошлом, поэтому современные IT-специалисты должны уметь осуществлять централизованное управление беспроводной инфраструктурой средствами контроллера.

При использовании в стенде только аппаратной реализации контроллера возникает ряд проблем. Во-первых, данное устройство достаточно дорого стоит; во-вторых, сложно им обеспечить индивидуально каждого обучаемого. Существующее программное обеспечение по виртуализации беспроводных сетей также имеет ряд недостатков (Таблица 1).

Как правило, в процессе изучения принципов функционирования контроллера и осуществления подготовки к промышленным сертификационным экзаменам обучаемые пользуются готовыми программными продуктами от компаний Cisco и Huawei. Эти системы

являются симуляторами базового набора функций контроллера с очень ограниченным набором команд.

Таблица № 1.

**Сравнение существующих систем виртуализации компьютерных сетей**

Название программного обеспечения	Тип программного обеспечения	Симуляция работы точки доступа	Поддержка разных вендоров	Системные требования	Функционал контроллера беспроводной сети
Cisco Packet Tracer	Симулятор	+	–	минимальные	минимальный
Huawei eNSP	Симулятор	+	–	средние	расширенный
GNS 3 / EVE-NG / PNETLAB / CML	Эмулятор	–	+	существенные	полный

Класс эмуляторов в таблице 1 представлен достаточно разнообразно. Данные программные продукты многофункциональны, но отличаются по системным требованиям, стоимости лицензии, наличием или отсутствием возможностей для многопользовательской работы и т.д.

Для разработанного авторами статьи стенда было выбрано средство виртуализации EVE-NG Community Edition, которое бесплатно и свободно распространяется, имеет доступные, по сравнению с корпоративными аналогами, системные требования и поддерживает полнофункциональную работу для одного пользователя.

Для виртуализации был выбран программный продукт VMware Workstation (Player) по причине его работы на обычном персональном компьютере, а также из-за широкого спектра настроек и возможности конфигурации сетевых адаптеров.

В качестве беспроводного контроллера авторы остановили свой выбор на программной реализации Cisco vWLC (virtual Wireless LAN Controller), имеющей следующие преимущества:

Тот же функционал, что и у аппаратной реализации;

Бесплатный пробный период;

Возможность для каждого студента установить себе контроллер.

Из таблицы 1 видно, что точки доступа, как правило, не эмулируются, поэтому в нашем стенде используются и аппаратные решения, то есть физические точки доступа. В качестве беспроводных клиентов в стенде выступают телефоны и ноутбуки обучающихся.

Следовательно, в созданном стенде программные и аппаратные решения объединяются современными средствами виртуализации, что позволяет студентам в процессе обучения научиться решать с его помощью задачи по настройке беспроводных сетей в будущей профессиональной деятельности.

### **Результаты**

Лабораторный стенд состоит из следующего физического оборудования:

Точка доступа Cisco AIR-AP1852I-R-K9;

Коммутатор Cisco C3650;

Персональный компьютер, на котором развернута система виртуализации, а также ноутбук или мобильный телефон обучаемого в качестве беспроводного клиента.

Программная часть лабораторного стенда представлена контроллером Cisco vWLC 8.10.151, поддерживающим все современные стандарты Wi-Fi и работающим под управлением операционной системы AireOS.

Программную и аппаратную части стенда связывает система виртуализации EVE-NG Community Edition, работающая на персональном компьютере под управлением операционной системы Windows 10 с установленной средой виртуализации VMware Workstation 15, внутри которой запущена виртуальная машина с образами контроллера и виртуального коммутатора с операционной системой Cisco IOS Release 15.2.

Программно-аппаратный стенд имеет физическую топологию, состоящую из коммутатора Cisco C3650 версии Cisco IOS Release 15.2(2) и точки доступа Cisco AIR-AP1852I-R-K9 версии 8.1.131.0 (Рис. 1).

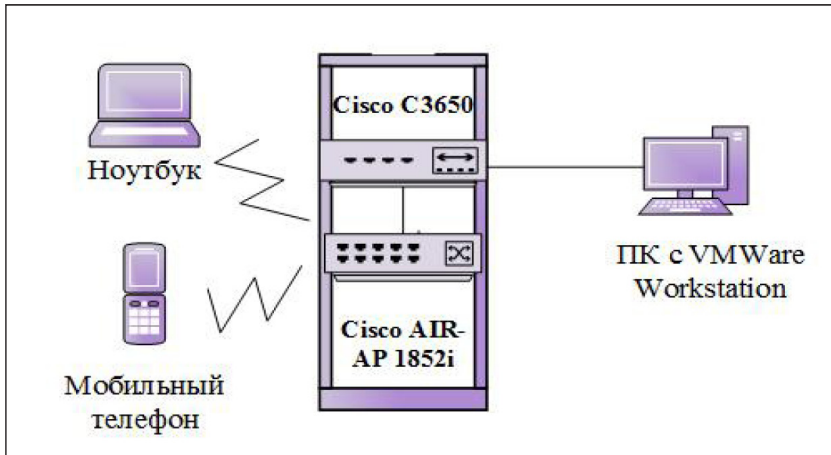


Рис. 1. Физическая топология сети стенда

При создании стенда возникает проблема объединения виртуальной и реальной сетей. В качестве ее решения к виртуальной машине была добавлена вторая виртуальная сетевая карта с целью создания моста между сетевым адаптером персонального компьютера и виртуальной сетевой картой, что позволило установить связь между реальной сетью и виртуальной. В итоге можно представить логическую топологию компьютерной сети программно-аппаратного стенда следующим образом (Рис. 2).

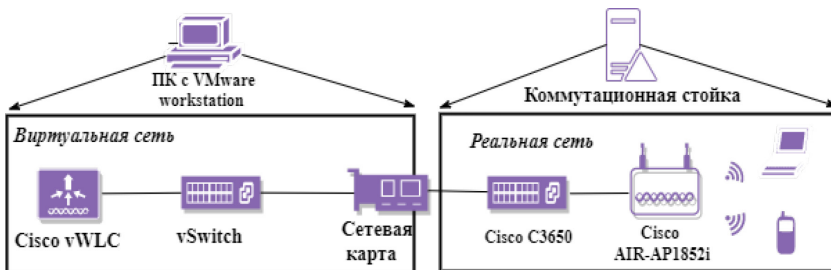


Рис. 2. Логическая топология сети программно-аппаратного стенда

Описанная виртуальная топология стенда может быть дополнена в соответствии с изучаемыми темами. В виртуальную часть топо-



логии стенда можно добавить различные программные компоненты и тем самым расширить область изучения беспроводных сетей.

На базе представленного стенда была разработана система лабораторных работ для студентов старших курсов по направлению «Компьютерная безопасность», которая включает обязательное его использование при выполнении разнообразных заданий в рамках изучения ими дисциплины «Безопасность беспроводных компьютерных сетей». Именно с помощью стенда обучаемые отрабатывают практические навыки применения новейших теоретических разработок в данной области на занятиях по изучению следующих тем:

1. Первичная настройка контроллером беспроводной сети;
2. Изучение топологии с беспроводным контроллером;
3. Точки доступа. Протокол CAPWAP и алгоритм шифрования DTLS;
4. Настройка SSID. Каналы и роуминг;
5. Настройка функций безопасности на WLC;
6. Интеграция беспроводного контроллера и RADIUS-сервера;
7. Разграничение пользователей беспроводной сети;
8. Классификация точек доступа;
9. Мониторинг устройств беспроводной сети;
10. Командный режим операционной системы AireOS беспроводного контроллера.

В связи с тем, что многие зарубежные программные и аппаратные сетевые продукты недоступны сейчас (по причине санкций) на территории России, данный программно-аппаратный стенд может быть разработан и на основе российских решений в сегменте Wi-Fi:

1. Программного контроллера QTECH QWC-VC и точек доступа QWP-420-AC;
2. Программного контроллера Eltex SoftWLC и точек доступа WEP-3ax.

Оба решения позволяют создать надежные Wi-Fi-сети корпоративного класса, а следовательно, на их основе в сложившейся политической ситуации возможно, по мнению авторов, применение соответствующих разработок как эффективных средств обучения в вузе.

Созданный авторами программно-аппаратный стенд эффективно используется в учебном процессе Тюменского государственного университета. Так, в 2022 году студенты четвертого курса специальности «Компьютерная безопасность» изучали с его помощью защиту информации в современных беспроводных технологиях. По результатам обучения шестеро из них успешно сдали промышленный экзамен H12-311 (HCIA WLAN) на инженера беспроводных компьютерных сетей.

### **Заключение**

Таким образом, данный программно-аппаратный лабораторный стенд предоставляет студентам возможность приобрести практические навыки настройки современной сетевой инфраструктуры, используемой в предприятиях и компаниях. Он обладает виртуальным беспроводным контроллером актуальной версии, современными физическими точками доступа и помогает будущим IT-специалистам в успешном изучении новейших беспроводных технологий. Стенд может быть использован при обучении настройке современных беспроводных сетей студентов направлений: «Компьютерная безопасность», «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», «Информатика и вычислительная техника», «Программная инженерия», «Прикладная информатика», «Информационные системы и технологии».

Использование современных средств виртуализации в сочетании с новейшими беспроводными технологиями, по мнению авторов, очень перспективно для массовой подготовки будущих конкурентоспособных IT-специалистов.

### ***Список литературы***

1. Галажинский Э. Чему не учат в университетах // Ведомости, 2017. 2 августа. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2017/08/03/727760-ne-uchat-v-universitetah> (дата обращения 03.11.2022).
2. Гизатуллин М. Г. Использование программного продукта Cisco Packet Tracer в образовательном процессе образовательной органи-

- зации высшего образования для осуществления проектирования и конфигурирования сетей передачи данных // Перспективы науки и образования. 2015. № 2 (14). С. 84-90.
3. Подольский О. Какими цифровыми компетенциями должны обладать кадры будущего? // Национальная техническая инициатива, 2020. 3 февраля. URL: <https://ntinews.ru/blog/publications/kakimitsifrovymi-kompetentsiyami-dolzhny-obladat-kadrybudushchego-.html> (дата обращения 03.11.2022).
  4. Попова О. И. Трансформация высшего образования в условиях цифровой экономики // Вопросы управления. 2018. № 5 (35). С. 158-160.
  5. Тульчинский Г. В. Цифровая трансформация образования, вызовы для высшей школы // Российский журнал философских наук. 2017. № 6. С. 121-136.
  6. Черников Д. Ю. Дистанционное изучение сетей Wi-Fi в среде эмулятора ENSP // Дистанционное обучение в высшем образовании: опыт, проблемы и перспективы развития: материалы XV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. Участием. Санкт-Петербург, 2022. С. 132–133.
  7. Шабалин А. М. Виртуализация операционных систем: возможности и перспективы использования в учебном процессе // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2017. № 1(27). С. 155-159. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2017.27.155>.
  8. Шабалин А. М. Виртуальные машины: функциональные особенности и дидактические возможности // Информатика и образование. 2011. № 10(228). С. 70-72.
  9. Шабалин А. М., Калиберда Е. А. Использование современных систем виртуализации для формирования профессиональных компетенций студентов вузов при изучении DLP-систем // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2020. Т. 14. № 2. С. 118-122. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2020.14.2.20>.
  10. Coleman D. D., Westcott D. A. CWNA Certified Wireless Network Administrator Study Guide: Exam CWNA-108. Wiley, 2021. 1088 p.
  11. Gaivoronskii D. V, Kutuzov V. M., Minina A. A. Digital transformation of engineering education. // Proceeding of the IEEE VI Forum Strategic

- Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations). 2017. P. 3-6. <https://doi.org/10.1109/IVForum.2017.8245954>
12. Muzyleva I., Shishlin D., Yazykova L. [et al.]. Implementation of the Concept of «Smart Laboratory» in the Framework of Digitization of the University. // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). 2019. P. 349-352. <https://doi.org/10.1109/SUMMA48161.2019.8947471>
  13. Popov S. O., Vorona P. S., Gushin M. V. The Method of Creating Diagnostic Stands for Monitoring and Control Tools Using Software and Hardware Modeling. // International Youth Scientific and Technical Conference Relay Protection and Automation (RPA). 2018. P. 1-13. <https://doi.org/10.1109/RPA.2018.8537200>
  14. Shabalin A. M., Kaliberda E. A., Kaliberda Yu. E. Development of Students' Digital Competences When Studying the Functional Capabilities of Modern DLP Systems // Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth (MTDE 2020): Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. 2020. P. 463-468.
  15. Shaburov A. S., Alekseev V. R. Protection Models of Critical Information Infrastructure Objects from Targeted Computer Attacks. // IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). 2019. P. 335-338. <https://doi.org/10.1109/EIConRus.2019.8656722>

### References

1. Galazhinskiy E. *Vedomosti*, 2017. <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2017/08/03/727760-ne-uchat-v-universitetah>
2. Gizatullin M. G. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 2 (14), pp. 84-90.
3. Podol'skiy O. *Natsional'naya tekhnicheskaya initsiativa* [National Technical Initiative], 2020. <https://ntinews.ru/blog/publications/kakimi-tsifrovymi-kompetentsiyami-dolzhen-obladat-kadrybudushchego-.html>
4. Popova O. I. *Voprosy upravleniya*, 2018, no. 5 (35), pp. 158-160.

5. Tul'chinskiy G. V. *Rossiyskiy zhurnal filosofskikh nauk*, 2017, no. 6, pp. 121-136.
6. Chernikov D. Yu. *Distsionnoe obuchenie v vysshem obrazovanii: opyt, problemy i perspektivy razvitiya: materialy XV Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Distance learning in higher education: experience, problems and development prospects: materials of the XV All-Russia. scientific-practical. conf. with international Participation]. St. Petersburg, 2022, pp. 132–133.
7. Shabalin A. M. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya*, 2017, no. 1(27), pp. 155-159. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2017.27.155>.
8. Shabalin A. M. *Informatika i obrazovanie*, 2011, no. 10(228), pp. 70-72.
9. Shabalin A. M., Kaliberda E. A. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya*, 2020, vol. 14, no. 2, pp. 118-122. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2020.14.2.20>.
10. Coleman D. D., Westcott D. A. *CWNA Certified Wireless Network Administrator Study Guide: Exam CWNA-108*. Wiley, 2021, 1088 p.
11. Gaivoronskii D. V, Kutuzov V. M., Minina A. A. Digital transformation of engineering education. *Proceeding of the IEEE VI Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations)*, 2017, pp. 3-6. <https://doi.org/10.1109/IVForum.2017.8245954>
12. Muzyleva I., Shishlin D., Yazykova L. [et al.]. Implementation of the Concept of «Smart Laboratory» in the Framework of Digitization of the University. *1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA)*, 2019, pp. 349-352. <https://doi.org/10.1109/SUMMA48161.2019.8947471>
13. Popov S. O., Vorona P. S., Gushin M. V. The Method of Creating Diagnostic Stands for Monitoring and Control Tools Using Software and Hardware Modeling. *International Youth Scientific and Technical Conference Relay Protection and Automation (RPA)*, 2018, pp. 1-13. <https://doi.org/10.1109/RPA.2018.8537200>
14. Shabalin A. M., Kaliberda E. A., Kaliberda Yu. E. Development of Students' Digital Competences When Studying the Functional Capabilities of Modern DLP Systems. *Modern Management Trends and the Digi-*

*tal Economy: from Regional Development to Global Economic Growth (MTDE 2020) : Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 463-468.*

15. Shaburov A. S., Alekseev V. R. Protection Models of Critical Information Infrastructure Objects from Targeted Computer Attacks. *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*, 2019, pp. 335-338. <https://doi.org/10.1109/EIConRus.2019.8656722>

### ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Калиберда Елена Анатольевна**, доцент кафедры математических методов и информационных технологий в экономике, кандидат технических наук

*Омский государственный технический университет*

*пр. Мира, 11, г. Омск, Омская область, 644050, Российская Федерация*

*elekaliberda@rambler.ru*

**Шабалин Андрей Михайлович**, доцент кафедры информационной безопасности, кандидат педагогических наук

*Тюменский государственный университет*

*ул. Володарского, 6, г. Тюмень, Тюменская область, 625003, Российская Федерация*

*sham.omsk@gmail.com*

### DATA ABOUT THE AUTHORS

**Elena A. Kaliberda**, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Information Technologies in Economics, Ph.D. of Engineering Sciences

*Omsk State Technical University*

*11, Prospekt Mira Str., Omsk, Omskaya oblast, 644050, Russian Federation*

*elekaliberda@rambler.ru*

*SPIN-code: 4209-8442*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2796-5913>*

*ResearcherID: K-1294-2018*

*Scopus Author ID: 57201735193*

**Andrey M. Shabalin**, Associate Professor, Department of Information Security, Ph.D. of Pedagogic Sciences

*Tyumen State University*

*6, Volodarsky, 6, Tyumen, Tyumenskaya oblast, 625003, Russian*

*Federation [sham.omsk@gmail.com](mailto:sham.omsk@gmail.com)*

*SPIN-code: 4209-8442*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2404-9864>*

*ResearcherID: J-8364-2018*

*Scopus Author ID: 57201738822*

Поступила 14.11.2022

После рецензирования 20.11.2022

Принята 29.11.2022

Received 14.11.2022

Revised 20.11.2022

Accepted 29.11.2022