



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-23-2-109-116>

УДК 004.056, 007.51

МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В. А. ГЕРАСИМОВ¹, М. А. ГЕРАСИМОВА², А. П. КУЗНЕЦОВ³

¹Научно-исследовательский институт технической защиты информации (Минск, Республика Беларусь)

²Государственное учреждение образования «Средняя школа № 42 г. Минска»
(Минск, Республика Беларусь)

³Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. Обоснована целесообразность внедрения системы электронной цифровой подписи на основе виртуальной инфраструктуры в систему общего среднего образования как средства цифровой трансформации этой системы и повышения эффективности образовательных процессов. Приведены результаты анализа процессов в системе общего среднего образования, в ходе реализации которых выполняется подписание документов. Описаны технологии, с помощью которых возможна отказоустойчивая и безопасная работа такой системы. Разработана схема интеграции системы электронной цифровой подписи на основе виртуальной инфраструктуры в информационную систему учреждения общего среднего образования. Обозначены проблемные вопросы, которые необходимо разрешать в ходе внедрения и использования схемы в системе общего среднего образования.

Ключевые слова: цифровая трансформация, облачная электронная цифровая подпись, система общего среднего образования, кибербезопасность.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Герасимов, В. А. Методика реализации системы электронной цифровой подписи на основе виртуальной инфраструктуры в информационных системах учреждений общего среднего образования / В. А. Герасимов, М. А. Герасимова, А. П. Кузнецов // Доклады БГУИР. 2025. Т. 23, № 2. С. 109–116. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-23-2-109-116>.

THE METHODOLOGY OF IMPLEMENTING AN ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE SYSTEM BASED ON A VIRTUAL INFRASTRUCTURE IN THE INFORMATION SYSTEMS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

VIACHESLAV A. GERASIMOV¹, MARYIA A. GERASIMOVA², ALEXANDR P. KUZNEZOV³

¹Research Institute for Technical Protection of Information (Minsk, Republic of Belarus)

²State Educational Institution “Secondary School No 42 of Minsk” (Minsk, Republic of Belarus)

³Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The article substantiates the feasibility of implementing an electronic digital signature system based on a virtual infrastructure in the general secondary education system as a means of digital transformation of this system and increasing the efficiency of educational processes. The article presents the results of the analysis of processes in the general secondary education system, during the implementation of which documents are signed. The article describes the technologies that make fault-tolerant and secure operation of such a system possible. A scheme for integrating an electronic digital signature system based on a virtual infrastructure into the information

system of a general secondary education institution has been developed. The article identifies problematic issues that need to be resolved during the implementation and use of the scheme in the general secondary education system.

Keywords: digital transformation, cloud-based electronic digital signature, general secondary education system, cybersecurity.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation. Gerasimov V. A., Gerasimova M. A., Kuznezov A. P. (2025) The Methodology of Implementing an Electronic Digital Signature System Based on a Virtual Infrastructure in the Information Systems of General Secondary Education Institutions. *Doklady BGUIR*. 23 (2), 109–116. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-23-2-109-116> (in Russian).

Введение

В современном мире цифровая трансформация охватывает превалирующее количество сфер жизни человека, включая все ступени системы образования. Этот процесс предполагает внедрение технологий, которые изменяют как методы обучения, так и организацию образовательного процесса [1]. В условиях глобализации и быстрого развития информационных технологий учреждения образования стремятся адаптироваться к новым требованиям, предоставляя учащимся и педагогам доступ к информационным ресурсам образовательного характера. Важно отметить, что цифровая трансформация системы образования не только улучшает ее качество, но и открывает новые способы взаимодействия между учащимися, педагогами и родителями, создает динамичную и интерактивную образовательную среду. Однако, с другой стороны, такая трансформация ставит перед учреждениями образования ряд новых, подлежащих обязательному решению, задач, основными из которых являются:

- обеспечение доступности, целостности, подлинности и сохранности информационных ресурсов образовательного характера;
- обеспечение конфиденциальности персональных данных учащихся, педагогов и администрации учреждений образования.

Обязательность решения перечисленных задач обусловлена тем, что следствием нарушения доступности, целостности, подлинности и сохранности информационных ресурсов образовательного характера является снижение эффективности образовательного процесса, а следствием нарушения конфиденциальности персональных данных учащихся, педагогов и администрации учреждений образования – возникновение угрозы их личной безопасности. С учетом результатов исследований, представленных в [2–4], стоит отметить, что один из перспективных подходов к решению вышеперечисленных задач – внедрение и использование системы электронной цифровой подписи на основе виртуальной инфраструктуры (ЭЦПВИ) в информационные системы учреждений среднего общего образования.

Цель проводимого исследования состояла в разработке и обосновании механизмов внедрения и использования ЭЦПВИ в информационных системах учреждений общего среднего образования. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ процессов в системе общего среднего образования, в ходе реализации которых выполняется подписание документов с использованием ЭЦПВИ;
- разработана схема интеграции ЭЦПВИ в информационные системы учреждений общего среднего образования;
- создан алгоритм реализации образовательных процессов с использованием ЭЦПВИ (на примере проведения олимпиады по учебным предметам);
- выполнен анализ проблем, которые могут возникнуть при внедрении и использовании ЭЦПВИ в информационных системах учреждений общего среднего образования, а также обозначены пути решения этих проблем.

Применение ЭЦПВИ в системе среднего образования

Цифровая трансформация сферы среднего образования становится все более актуальной по мере того, как образовательные учреждения стремятся повысить эффективность своей работы и упростить административные процессы. Преимуществами ЭЦПВИ являются ее простота в использовании и отсутствие необходимости в специальном оборудовании. В случае приме-

ния традиционной электронной цифровой подписи (ЭЦП) участники образовательного процесса (администрация, бухгалтерия, отдел кадров, педагоги, учащиеся, родители) вынуждены иметь персональный компьютер, специальное программное обеспечение для работы с USB-носителем ключевой информации или ID-картой, сам USB-носитель, на котором хранится личный ключ. Это не только требует дополнительной заботы о сохранности носителя, но и ограничивает возможность удаленной работы с документами. ЭЦПВИ, в свою очередь, позволяет подписывать документы с любого устройства, подключенного к интернету, что делает процесс более гибким и удобным.

ЭЦПВИ играет значимую роль в подписании административных документов, которые являются неотъемлемой частью работы любого учреждения образования. Педагоги, администрация и другие сотрудники ежедневно сталкиваются с необходимостью подписывать множество документов: от отчетов по закупкам до согласования расписаний занятий и мероприятий. Использование ЭЦПВИ позволяет значительно ускорить эти задачи, так как документы могут подписываться онлайн, без необходимости физического присутствия или передачи бумажных копий. К процессам, в рамках которых реализуется подписание документов (используется собственноручная подпись) и применяется ЭЦПВИ, можно отнести следующие.

Подписание заявлений родителями. При использовании ЭЦПВИ для родителей также становятся доступны новые возможности по удаленному подписанию заявлений или согласия на участие детей в различных мероприятиях, отсутствие детей на занятиях по определенным причинам, при этом исключается необходимость личного визита в учреждение. Это особенно актуально в условиях современной жизни, когда у родителей часто нет возможности оперативно приехать для подписания документов. ЭЦПВИ позволяет им сделать это онлайн, быстро и безопасно.

Подписание обеденного меню. ЭЦПВИ окажет положительный экономический эффект в учреждении среднего образования при подписании обеденного меню. Меню питания в школе должно быть утверждено и подписано ответственными лицами, чтобы гарантировать соответствие нормам и требованиям по питанию детей. Использование ЭЦПВИ для подписи таких документов позволяет не только ускорить процесс их утверждения, но и обеспечивает юридическую силу документа, так как ЭЦПВИ обладает теми же правовыми свойствами, что и традиционная ЭЦП. Это особенно важно в случае проверок со стороны контролирующих органов.

Составление расписания занятий. Использование ЭЦПВИ для составления расписания занятий представляет собой инновационный подход, который значительно упрощает и ускоряет управление учебным процессом. Внедрение облачных технологий позволяет образовательным учреждениям централизованно хранить и обрабатывать данные, что обеспечивает доступ к информации в любое время и из любого места. С помощью собранных данных можно выявлять тенденции, такие как загруженность педагога и учащихся, а также оптимизировать распределение ресурсов. Это, в свою очередь, способствует более эффективному планированию учебного процесса и повышению качества образования. Это особенно актуально в условиях удаленного обучения и гибридных форматов, когда педагоги и администраторы могут работать с расписанием, не находясь физически в школе. Важно отметить, что ЭЦПВИ должна работать в тесной интеграции с автоматизированной системой составления расписания, что позволяет обеспечить синхронизацию данных и упрощает процесс внесения изменений.

Выдача/отправка домашнего задания для учащихся с особенностями развития, которые обучаются на дому. ЭЦПВИ позволяет организовать оперативный и безопасный обмен учебными материалами между педагогами и учащимися. Для учащихся с особыми образовательными потребностями, которые не могут посещать школу, важно обеспечить максимально удобные и доступные условия обучения, и цифровая подпись играет ключевую роль в корректном оформлении и подтверждении факта получения и выполнения заданий. При этом использование ЭЦПВИ гарантирует юридическую значимость всех документов, связанных с образовательным процессом на дому. Педагоги подписывают задания и индивидуальные образовательные планы, а родители или законные представители учащихся подтверждают их получение. Это преимущество важно для учета выполненных заданий и контроля за учебным процессом, поскольку все действия с документами фиксируются и могут быть проверены в случае необходимости.

Передача контрольной работы учащегося на проверку педагогу. Применение ЭЦПВИ при передаче контрольной работы учащегося на проверку педагогу является целесообразным и обеспечивает ряд преимуществ для всех участников образовательного процесса:

– гарантия подлинности переданных документов, что особенно важно в условиях дистанционного обучения, когда физическая передача работы невозможна, а подтверждение того, что контрольная действительно выполнена и отправлена учащимся, может вызывать сомнения;

– упрощение процесса обмена документами между учащимся и педагогом. В традиционной системе могут возникать задержки из-за необходимости физической передачи работы или отправки ее через обычную почту;

– формирование четкого механизма для отслеживания сроков сдачи контрольной работы. Можно точно зафиксировать время отправки документа, что позволяет избежать недоразумений, связанных с нарушением сроков выполнения. Это полезно в случае, если контрольная работа отправляется в последний момент – ЭЦПВИ сохраняет точное время, когда работа была подписана и отправлена, что исключает ошибки в оценке временных рамок выполнения задания.

Подтверждение выставления отметок в электронный дневник/журнал. Электронный дневник/журнал – еще одна сфера, где ЭЦПВИ играет важную роль в цифровой трансформации сферы среднего образования. Использование электронного дневника позволяет родителям и учащимся в реальном времени отслеживать успеваемость, посещаемость и выполнение домашних заданий. Однако важной частью этого процесса является юридическая значимость отметок и комментариев со стороны педагогов. ЭЦПВИ дает возможность официально заверять информацию в дневнике и журнале, исключая любые попытки фальсификации данных. Это повышает доверие между всеми участниками образовательного процесса и, что не менее важно, ускоряет обмен информацией.

Утверждение протоколов проведения олимпиады. После подписания протоколов информация автоматически попадает в централизованную базу данных, что позволяет быстро формировать итоговые рейтинги и сводные отчеты. Это особенно важно для крупных олимпиад, где количество участников и объем данных могут быть значительными, а время для получения подписи для утверждения протокола ограничено.

Механизмы внедрения и реализации ЭЦПВИ

ЭЦПВИ¹ состоит из следующих компонентов:

– системы облачной подписи (СОП), которая используется для формирования электронного документа с ЭЦПВИ;

– системы электронного документооборота (СЭД), с использованием которой предоставляется документ для подписания;

– сервера информационной системы учреждения образования (АИС), являющегося посредником между СОП и СЭД;

– государственной системы управления открытыми ключами² (ГосСУОК), в рамках которой реализуются процессы распространения и хранения сертификатов открытых ключей, атрибутивных сертификатов, списков отозванных сертификатов открытых ключей и списков отозванных атрибутивных сертификатов.

Предполагается, что СОП размещается в каждом районе области Республики Беларусь. Для обеспечения бесперебойной и отказоустойчивой работы ЭЦПВИ целесообразно использовать следующие технологии:

– микросервисную архитектуру³ для создания независимых друг от друга компонентов СОП, которые имеют собственную зону ответственности (один микросервис проверяет аутентификацию, другой формирует подписанные данные и т. п.), позволяют СОП быть более отказоустойчивой (если один из микросервисов вышел из строя, другие будут работать, и часть функционала СОП можно будет использовать до момента полного восстановления);

– Docker⁴ для работы с «упакованными» микросервисами, которые содержат необходимые зависимости и сетевое окружение, что обеспечивает консистентность и предсказуемость разверты-

¹ Подходы к использованию системы облачной электронной цифровой подписи в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/58207>. Дата доступа: 30.11.2024.

² Информация о ГосСУОК [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ncs.by/pki/info/goszakupki/>. Дата доступа: 30.11.2024.

³ Микросервисная архитектура [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.atlassian.com/ru/microservices/microservices-architecture>. Дата доступа: 30.11.2024.

⁴ Как работает Docker: подробный гайд от техлида [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/code/kak-rabotaet-docker-podrobnyy-gayd-ot-tekhlista/>. Дата доступа: 30.11.2024.

вания приложений. Каждый компонент СОП является Docker-контейнером, что позволяет не беспокоиться о «железе», об операционной системе, все, что необходимо, уже собрано в одном файле;

- Kubernetes⁵ (k8s) для создания отказоустойчивого и автомасштабируемого кластера с максимальной гарантией доступности. С помощью k8s существует возможность управления Pod, который является объектом k8s, содержащим Docker-контейнер. Для достижения высокой степени отказоустойчивости необходимо настроить кластер с использованием двух рабочих (work) и трех управляющих (master) узлов. Это позволит обеспечить балансировку нагрузки и распределение запросов между work-узлами, а также гарантирует, что в случае выхода из строя одного из master-узлов, оставшиеся узлы смогут продолжать управлять кластером без потери функциональности;

- Nginx⁶ для маршрутизации запросов к микросервисам. Он выполняет функции обратного прокси-сервера, что позволяет проводить предварительную фильтрацию запросов по заданному критерию, распределять входящие запросы между микросервисами СОП, обеспечивая их доступность и максимальную производительность;

- TLS⁷ с односторонней/двусторонней аутентификацией для защиты передаваемых данных по каналу связи. Односторонняя аутентификация позволяет серверу удостовериться в подлинности клиента, что защищает от несанкционированного доступа. В случае двусторонней аутентификации обе стороны (клиент и сервер) проверяют друг друга, что значительно повышает уровень безопасности. В СОП TLS необходим для доступа к ГосСУОК, для аутентификации СЭД, АИС, клиентских компонентов СОП [3];

- систему управления базами данных (СУБД) PostgreSQL⁸ для хранения и управления данными. СУБД обеспечивает эффективное хранение и обработку больших объемов данных, поддерживает транзакции, что гарантирует целостность данных и позволяет реализовать механизмы отката в случае ошибок.

При генерации Docker-образов и настройки k8s для каждого компонента СОП создается учетная запись в СУБД с определенными привилегиями, позволяющими реализовывать CRUD-операций⁹ только с теми сущностями, которые указаны в учетной записи (микросервис, работающий с документами, может работать только с таблицами, хранящими данные о документах).

Размещение вышеперечисленных компонентов должно осуществляться на серверном оборудовании с эквивалентными характеристиками:

- ОС – Oracle Linux 8.5 и выше с версией ядра 4.18;
- объем накопителя на жестких магнитных дисках «горячей» замены – не менее 4 ТБ;
- объем оперативной памяти с полной буферизацией – не менее 64 ГБ;
- тактовая частота процессора – не менее 2,1 ГГц.

При выработке ЭЦПВИ в рамках информационных систем учреждений общего среднего образования целесообразно реализовывать следующие механизмы защиты информации¹⁰, которые позволяют гарантировать корректное использование личного ключа подписанта, а также обеспечить прозрачное и безопасное функционирование СОП:

- применение одноразового пароля;
- использование PIN для доступа к личному ключу;
- генерация данных активации подписи при выполнении протокола активации подписи;
- оценка целостности цифрового образа¹¹ (представление пользователя в информационной системе, являющееся виртуальным посредником между информационной системой и пользователем при доступе последнего к ресурсам этой системы).

⁵ Kubernetes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/kubernetes/>. Дата доступа: 30.11.2024.

⁶ Nginx [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nginx.org/ru/>. Дата доступа: 30.11.2024.

⁷ Программа защищенного канала передачи данных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://niitzi.by/crypto-products/schannel-secure-data-channel-program>. Дата доступа: 30.11.2024.

⁸ PostgreSQL [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/postgresql/>. Дата доступа: 30.11.2024.

⁹ Что такое CRUD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://orbitsoft.com/ru/blog/crud/>. Дата доступа: 30.11.2024.

¹⁰ Механизмы защиты информации при выработке облачной электронной цифровой подписи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/52449>. Дата доступа: 30.11.2024.

¹¹ Информационные технологии и безопасность. Инфраструктуры аутентификации: СТБ 34.101.87–2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://apmi.bsu.by/assets/files/std/bias-spec130.pdf>. Дата доступа: 13.12.2024.

Предлагается алгоритм использования ЭЦПВИ в рамках образовательных процессов, основанный на процессе проведения олимпиады по образовательному предмету.

1. АИС: сбор результатов олимпиады.
2. АИС: формирование документа для подписи.
3. АИС: загрузка сформированного документа в СЭД.
4. АИС: уведомление должностных лиц о том, что документ для подписи сформирован.
5. СЭД: аутентификация членов жюри в СЭД и СОП.
6. СЭД: получение документа для подписи.
7. Члены жюри: предоставление согласия на подпись.
8. СОП: взаимодействие с устройством создания подписи (УСП).
9. УСП: выработка значения ЭЦП и передача в СОП.
10. СОП: формирование подписанного электронного документа.
11. СОП: отправка подписанного членами жюри документа в АИС.
12. АИС: загрузка подписанного документа в СЭД.
13. АИС: уведомление методиста, что документ подписан членами жюри.
14. СЭД: аутентификация методиста в СЭД и СОП.
15. СЭД: получение документа для подписи.
16. Методист: предоставление согласия на подпись.
17. СОП: взаимодействие с УСП.
18. УСП: выработка значения ЭЦП и передача в СОП.
19. СОП: формирование подписанного электронного документа.
20. СОП: отправка подписанного методистом документа в АИС.
21. АИС: загрузка подписанного документа в СЭД.
22. АИС: уведомление всех участников об успешном формировании электронного документа.

Цифровая трансформация системы среднего образования с использованием ЭЦПВИ является перспективным направлением. Однако процесс внедрения и применения ЭЦПВИ в информационных системах общего среднего образования сопряжен с необходимостью решения следующих проблемных вопросов.

1. Высокая стоимость УСП может стать серьезной проблемой для образовательной системы, особенно для небольших учебных заведений и государственных школ с ограниченным бюджетом. Это может привести к неравномерному распределению ресурсов и ограничить доступ к ЭЦП для всех участников образовательного процесса. Для решения этой проблемы можно рассмотреть создание совместных закупок или кооперативных программ, позволяющих учебным заведениям объединять ресурсы для приобретения УСП. Также стоит обратить внимание на государственные субсидии и гранты, направленные на поддержку внедрения технологий ЭЦП.

2. Приобретение серверного оборудования для размещения СОП может вызвать трудности из-за значительных финансовых вложений, а также затрат на обслуживание и обновление. В качестве решения можно рассмотреть аренду серверов, что позволит избежать крупных первоначальных затрат и снизить финансовую нагрузку на учебные заведения. Важно также разработать стратегию оптимизации расходов на обслуживание и обновление оборудования, включая использование виртуализации и других технологий для снижения затрат на инфраструктуру.

3. Обучение и техническая поддержка при эксплуатации СОП и УСП могут стать проблемами из-за необходимости специальных знаний и навыков. Для эффективного управления системой нужно обеспечить достаточную подготовку персонала и предоставить техническую поддержку пользователям. Решением может стать разработка комплексной программы подготовки, включающей теоретические и практические занятия, а также организацию регулярных тренингов и семинаров. Создание доступных обучающих материалов и центра технической поддержки, предоставляющего консультации в реальном времени, повысит уверенность и компетентность сотрудников в работе с новыми системами.

4. Оплата накладных расходов, таких как отправка ОТР, может стать проблемой при больших объемах данных или числе пользователей, что приведет к значительным затратам на обслуживание системы и снижению эффективности использования ЭЦП. Для решения этой проблемы можно внедрить более эффективные методы аутентификации, например, мобильные приложения или биометрические данные, что позволит сократить расходы на SMS и другие уведомления.

5. Обеспечение защищенного канала связи с помощью ГосСУОК для процессов, связанных с сертификатом открытого ключа, может вызвать трудности из-за необходимости соблюдения определенных стандартов безопасности. Важно убедиться, что система соответствует этим требованиям для защиты данных и пользователей от киберугроз. Для решения этой проблемы следует провести аудит существующих систем безопасности и разработать план их улучшения.

6. Интеграция СОП с СЭД может быть затруднена из-за несовместимости форматов и протоколов обмена данными. Необходимо провести тщательное тестирование систем для обеспечения их эффективной работы и избежания проблем с совместимостью. Для решения этой задачи стоит выполнить предварительный анализ совместимости форматов и протоколов, создать рабочую группу из специалистов обеих систем для разработки плана интеграции и тестирования. Регулярное тестирование и обратная связь от пользователей помогут выявить и устранить возможные проблемы на ранних стадиях, что обеспечит бесперебойную работу процессов, связанных с ЭЦП.

Заключение

1. Успешная интеграция электронной цифровой подписи на основе виртуальной инфраструктуры в образовательные процессы требует не только технической готовности, но и изменения подходов к реализации этих процессов с учетом необходимости повышения уровня качества образования.

2. Внедрение и использование ЭЦПВИ в информационных системах учреждений общего образования будет способствовать упрощению процессов документооборота, повышению уровня защищенности электронных документов. Однако, несмотря на обозначенные преимущества, существует ряд барьеров для ее внедрения и использования, таких как недостаточная осведомленность пользователей информационных систем учреждений общего среднего образования о возможностях ЭЦПВИ, необходимость повышения квалификации пользователей информационных систем учреждений общего среднего образования. Эти проблемы требуют внимания со стороны образовательных учреждений и государственных органов, чтобы обеспечить плавный переход к цифровым технологиям и минимизировать возможные риски.

3. В последующем исследовании будут направлены на обоснование и разработку систем ЭЦПВИ для других сфер деятельности личности, общества и государства, а также на обоснование путей решения проблем, которые могут возникнуть при внедрении и использовании таких систем. Эти пути состоят в разработке рекомендаций по оптимизации процессов, связанных с использованием ЭЦПВИ, а также в создании обучающих программ для пользователей систем с ЭЦПВИ, в частности, для педагогов и административного персонала учреждений общего среднего образования. Результаты последующих исследований смогут быть применены как в целях повышения качества образовательных услуг, так и для создания более эффективной и безопасной среды для всех участников образовательного процесса. Это подразумевает внедрение современных решений в сфере кибербезопасности, а также регулярное проведение аудитов и обучение сотрудников.

Список литературы

1. Мигалевич, С. А. Влияние современных информационно-коммуникационных технологий на образование / С. А. Мигалевич, О. В. Герман, С. Х. Хабибов // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 4. С. 73–76. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-4-73-76>.
2. Герасимов, В. А. Использование системы облачной электронной подписи для организации электронного голосования / В. А. Герасимов, М. А. Казловский // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 1. С. 52–62. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-52-62>.
3. Герасимов, В. А. Метод обнаружения событий информационной безопасности в системах облачной подписи / В. А. Герасимов, О. В. Бойправ // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 2. С. 77–84. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-77-84>.
4. Семенов, Н. С. Теоретико-правовые аспекты регулирования облачных технологий / Н. С. Семенов, С. Р. Семенов // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10, № 7. С. 457–462. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/52>.

References

1. Migalevich S. A., German O. V., Habibov S. H. (2024) The Impact of Modern Information and Communication Technologies on Education. *Digital Transformation*. 30 (4), 73–76 <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-4-73-76> (in Russian).
2. Herasimau V. A., Kazlouski M. A. (2024) Using a Cloud-Based Electronic Signature System for Organizing Electronic Voting. *Digital Transformation*. 30 (1), 52–62. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-52-62> (in Russian).
3. Gerasimov V. A., Boyprav O. V. (2024) Method for Information Security Events Detection in a Cloud Signature Systems. *Digital Transformation*. 30 (2), 77–84. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-77-84> (in Russian).
4. Semenov N., Semenov S. (2024) Theoretical and Legal Aspects of Regulation of Cloud Technologies. *Bulletin of Science and Practice*. 10 (7), 457–462. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/52> (in Russian).

Received: 8 January 2025

Accepted: 18 February 2025

Вклад авторов

Герасимов В. А. разработал и обосновал механизмы внедрения и использования облачной электронной цифровой подписи в информационных системах общего среднего образования.

Герасимова М. А. выполнила анализ процессов в системе общего среднего образования, в ходе реализации которых осуществляется подписание документов.

Кузнецов А. П. участвовал в обсуждении результатов, представленных в статье, а также корректировке рукописи.

Authors' contribution

Gerasimov V. A. developed and substantiated the mechanisms for the implementation and use of cloud-based electronic digital signatures in general secondary education information systems.

Gerasimova M. A. performed an analysis of processes in the general secondary education system, during the implementation of which documents are signed.

Kuznezov A. P. participated in the discussion of the results presented in the article, as well as in the correction of manuscript.

Сведения об авторах

Герасимов В. А., магистр, сотр. Научно-исследовательского института технической защиты информации, асп. каф. защиты информации, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР)

Герасимова М. А., магистр пед. наук, учитель информатики, Государственное учреждение образования «Средняя школа № 42 г. Минска»

Кузнецов А. П., д-р техн. наук, проф., проф. каф. систем управления, БГУИР

Адрес для корреспонденции

220088, Республика Беларусь,
Минск, ул. Первомайская, 26, корп. 2
Научно-исследовательский институт
технической защиты информации
Тел.: +375 17 302-81-71
E-mail: vger@niitzi.by
Герасимов Вячеслав Александрович

Information about the authors

Gerasimov V. A., Master, Researcher at the Research Institute for Technical Protection of Information, Post-graduate at the Department of Information Protection, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (BSUIR)

Gerasimova M. A., Master Sci. (Ped.), Teacher of Computer Science, State Educational Institution “Secondary School No 42 of Minsk”

Kuznezov A. P., Dr. Sci. (Tech.), Professor, Professor at the Department of Control Systems, BSUIR

Address for correspondence

220088, Republic of Belarus,
Minsk, Pervomayskaya St., 26, Bld. 2
Research Institute
for Technical Protection of Information
Tel.: +375 17 302-81-71
E-mail: vger@niitzi.by
Gerasimov Viacheslau Alexandrovich