

УДК 339.54

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ОСНОВА РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА ПОТОКОВЫХ ИНСПЕКЦИОННО-ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

Афонин П.Н., Плахотин А.А.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»**DIGITAL DOUBLES AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF TRAINING SYSTEMS FOR TRAINING PERSONNEL ON STREAMING INSPECTION AND INSPECTION COMPLEXES**

Afonin P.N., Plakhotin A.A.

*St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI"***Аннотация**

В статье строится концептуальная модель развития цифровых двойников и создания на их основе специализированных тренажерных систем обучения персонала для работы на потоковых инспекционно-досмотровых комплексах в целях совершенствования механизма пограничного и таможенного администрирования в пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации.

Ключевые слова: таможенный контроль, тренажерные комплексы, цифровые двойники, объекты таможенного контроля, транспортные средства международной перевозки, потоковые инспекционно-досмотровые комплексы, обучение персонала, интеллектуальный пункта пропуска.

Подготовка специалистов таможенного дела, обеспечивающих применение сложных человеко-машинных систем в условиях смещения подходов к анализу таможенных данных в пунктах пропуска через государственную границу в настоящее время находится в стадии дидактической стагнации, при которой ключевыми элементами учебного процесса становятся практические занятия с действующими образцами технических средств таможенного контроля. Подобная практика в условиях ограниченности количества соответствующих образцов техники в учебном процессе определяет невозможность формирования необходимого пула компетенций, требующихся для их эксплуатации и оперативного применения. С другой стороны, используемые в российской практике подготовки кадров тренажерные системы подготовки операторов ИДК являются продуктом двадцатилетней давности, произведенным компанией Smith

Abstract

The article builds a conceptual model for the development of digital twins and the creation on their basis of specialized simulator training systems for personnel to work on streaming inspection and screening complexes in order to improve the mechanism of border and customs administration at checkpoints across the state border of the Russian Federation (hereinafter - checkpoints).

Keywords: customs control, training complexes, digital twins, objects of customs control, vehicles of international transportation, streaming inspection and screening complexes, personnel training, intelligent checkpoint.

Detection для сканирующего оборудования, являющегося на сегодняшний день глубоко морально устаревшим, при этом используемые базы рентгеноскопических изображений статичны и ориентированы лишь на выявление лишь малой части актуальных в действующей реальности нарушений таможенного законодательства. В этой связи существует противоречие между существующим и необходимым уровнем развития научно-методического и дидактического обеспечения подготовки операторов ИДК, деятельность которых объективно востребована не только Федеральной таможенной службой России, но и Федеральной пограничной службой ФСБ России, Министерством внутренних дел Российской Федерации, Россельхознадзором, а также негосударственными предприятиями, внедряющими в своей практике современные технологии обеспечения безопасности на основе

ИДК. Вместе с тем, разработка тренажерных комплексов современного уровня должна быть основана на применении технологий описания процессов и объектов контроля, информационно-технологическим механизмом которых являются динамически контентно обновляемые цифровые двойники процессов и объектов таможенного и иных видов государственного контроля, а также процессов обеспечения безопасности перемещения материальных потоков в реализованных технологических процессах предприятий реального сектора экономики, к которым, в первую очередь, следует отнести строительные предприятия, а также предприятия, поставляющие сборные грузы, среди которых возможно сокрытие тех или иных значимых в ценовой интерпретации объектов.

В этой связи целью настоящего исследования является совершенствование модельных подходов, используемых при построении тренажерных систем современного поколения, предназначенных для подготовки операторов ИДК.

Задачами настоящего исследования являются: анализ современного состояния подходов к построению цифровых двойников процессов и объектов инвариантно к предметной области, идентификация процессов и объектов, для которых требуется построение цифровых двойников.

Информационной базой настоящего исследования послужили официальные методологические материалы Всемирной таможенной организации, Минтранса России, ФТС России, Пограничной службы

ФСБ России, Минэкономразвития России, Департамента транспорта и инфраструктуры ЕЭК, АНО Дирекции международных транспортных коридоров, научные публикации и обзоры в средствах массовой информации. Использован также практический опыт авторов по применению различных типов (мобильных и стационарных) отечественных и зарубежных ИДК, а также результаты агрегации экспертных мнений представителей подразделений таможен, эксплуатирующих ИДК различных производителей.

В связи с тем, что цифровизация оказывает значительное влияние на экономику, активно внедряется в администрирование таможенных и иных государственных контролирующих органов (далее – ГКО), вопрос построения адекватного реальности, всеобъемлющего по своей сути и динами-

ческого по своей структуре описания процессов становится ключевым, как при внедрении новых технологий контроля, специфических, например, для интеллектуальных пунктов пропуска (далее – ИПП), так и при создании соответствующих тренажерных систем, представляющих собой по сути виртуальную копию реальных бизнес-процессов, где процесс обучения должен быть основан на моделировании реальных и потенциально возможных ситуаций, требующих принятия юридически значимого решения по расширению, например, объема применяемых форм и мер обеспечения таможенного контроля.

Внедрение цифровых двойников, позволяет моделировать поведение как отдельных административных процессов, так и объектов в целом. Исследованию возможности использования цифровых двойников в сфере транспортной безопасности, определению основных элементов интеллектуальных пунктов пропуска (далее – ИПП), таможенной сфере посвящены работы таких авторов, как А.В. Володин [1], Р.В. Давыдов [2],

Т.В. Лобас, В.В. Макрусев [3], С.С. Илюхина, Дмитриева О.А., Власов А.В. [4], а также в авторских работах Афонина П.Н. [5,6,7,8], Афонина В.Л. [9].

Что же представляют собой цифровые двойники и как они помогут в создании тренажерных систем потоковых ИДК? Есть различные ссылки на источники, содержащих термин «Цифровые двойники». Согласно одним – Концепция цифрового двойника была предложена в 2002 году Майклом Гривзом из Мичиганского университета, по другим данным – было дано Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) в попытке улучшить моделирование физических моделей космических аппаратов в 2010 году [10].

Цифровой двойник (англ. Digital Twin) – цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса. Концепция «цифрового двойника» является частью четвертой промышленной революции и призвана помочь предприятиям быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты.

Еще одно достаточно емкое определение цифрового двойника: «Цифровой двойник – виртуальный прототип реального объекта, группы объектов или процессов. Это

сложный программный продукт, который создается на основе самых разнообразных данных. Цифровой двойник не ограничивается сбором данных, полученных на стадии разработки и изготовления продукта – он продолжает собирать и анализировать данные во время всего жизненного цикла реального объекта, в том числе с помощью многочисленных IoT-датчиков [11].

В 2018 году аналитическая компания Gartner, США отнесла цифровые двойники к десяти стратегическим направлениям развития информационных технологий. В настоящее время цифровые двойники активно внедряются в сфере транспорта. Примеры цифровых двойников на транспорте:

- цифровые объекты, которые подключены к сети Федеральной системы транспортной телематики (ФСТТ);

- автоматизированная система управления транспортным комплексом Российской Федерации (АСУ ТК), в которой даны описания цифровых объектов транспортного комплекса;

- в информационных системах, описывающих перевозочный процесс. Цифровыми объектами являются цифровые данные, которые описывают параметры и состояние конкретного перевозимого груза (товаротранспортные накладные, номера электронных пломб и т.д.).

Цифровизация в отраслевом или производственном масштабе оценивается по следующим аспектам:

- сквозная межпроцессная интеграция данных и продуктов;

- непрерывное управление информацией, включая автоматизированный сбор, хранение, обработку и анализ разнотипных данных;

- управление жизненным циклом продукта;

- кибербезопасность;

- предиктивное управление производственными и бизнес-процессами;

- замена натурального моделирования производственных объектов и процессов их цифровыми двойниками;

- автоматизация ручного труда с помощью роботов и электронного документооборота;

- гибкая корпоративная культура, основанная на оперативном интернет-взаимодействии географически распределенных сотрудников и отделений [12].

В 2019 году в рамках цифровизации экономики России была принята Дорожная

карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии»[13], где, в частности, отмечается, что среди множества передовых технологий «цифровой двойник» является интегратором практически всех «сквозных» цифровых технологий и субтехнологий, выступает драйвером, обеспечивает прорывы и позволяет компаниям переходить на новый уровень устойчивого развития на пути к промышленному лидерству на глобальных рынках. А в 2021 года Россия утвердила стандарты в области цифровых двойников. Данный документ, одобренный Росстандартом вводится в действие 1 января 2022 года[14].

Развитие таможенного администрирования на данный момент сосредоточено на создании Центров электронного декларирования и электронных таможен и постепенный переход на авторегистрацию и автовывпуск таможенных деклараций. Однако не надо забывать, что основной поток информации о лицах, перемещаемых товарах и транспортных средствах сосредоточен в пунктах пропуска.

В связи с тем, что при пересечении пункта пропуска перевозчик, водитель, либо иное заинтересованное лицо предоставляет ГКО достаточное количество сведений для идентификации ТСМП, товаров и товаросопроводительных документов, которые аккумулируются в информационных системах: Единой автоматизированной информационной системе таможенных органов (далее – ЕАИС ТО)[15], Ространснадзора

(СКАТ-ТК), ФСБ России (программно-технический комплекс «МИР»)[16], то существует реальная возможность выстроить модель или «цифровой двойник» любого объекта контроля и затем использовать их в учебном процессе. При этом оценку уровня соответствующих компетенций можно осуществлять с использованием специального тренажера на виртуальном аналоге без вмешательства в работу реальных объектов и процессов.

Использование при создании тренажерных систем ИДК соответствующих цифровых двойников объектов и процессов в пункте пропуска, возможно при их идентификации и информационном наполнении в рамках мониторинга процессов в пункте пропуска. В то же время вопрос использования цифровых двойников в механизме таможенного и пограничного контроля, как и в целом в администрировании процессов

прохождения государственной границы еще недостаточно изучен.

Практические наработки в сфере таможенного контроля показывают, что в процессе такого контроля в отношении товаров и ТСМП непосредственно в пункте пропуска потребуются сведения до их фактического представления ГКО. При этом агрегатором таких сведений может стать модуль цифровых двойников, созданный на базе программного средства администрации пункта пропуска (например, ФГКУ Росгранстрой).

Научные исследования в сфере транспорта, систем идентификации цифровых двойников объектов транспортной инфраструктуры, транспортных средств и грузов проводились Минтрансом России в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также в разных отраслях (например, в здравоохранении и медицине, строительстве и энергетике). В то же время актуальность исследования цифровых двойников в таможенной сфере сохранилась. Особенное звучание данные исследования приобрели с учетом выбора направлений, формализованных в нормативно-правовых документах: Указе Президента Российской Федерации № 204 [17] и Стратегиях: развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года [18], Стратегии развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года [19], Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [20], Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации [21].

На данный момент распространена классификация, включающая три типа двойников: цифровые двойники-прототипы (DTP – Digital Twin Prototype), цифровые двойники-экземпляры (DTI – Digital Twin Instance) и агрегированные двойники (DTA – Digital Twin Aggregate).

DTP-двойник характеризует физический объект, прототипом которого он является, и содержит информацию, необходимую для описания и создания физической версии объекта.

DTI-двойники описывают конкретный физический объект, с которым двойник остается связанным на протяжении всего срока службы. Двойники этого типа обычно содержат аннотированную 3D-модель с общими размерами и допусками, спецификацию на процессы с перечислением операций, которые были выполнены при созда-

нии этого физического объекта, а также результаты любых тестов на объекте, записи о сервисном обслуживании.

DTA-двойники определяются как вычислительная система, которая имеет доступ ко всем цифровым двойникам-экземплярам и может посылать им запросы в режиме случайных или проактивных опросов [22].

В нашем случае предполагается использование DTA-двойников как наиболее оптимальный вариант в администрировании погранично-таможенных процессов. В качестве основы предлагается использовать универсальный модуль цифровых двойников, доступный для ГКО и участников процесса обучения на тренажере.

В качестве цифровых двойников в таможенной сфере при построении тренажерной системы для подготовки операторов ИДК, идентифицированы следующие объекты:

- таможенная декларация (таможенная декларация на товары, таможенная декларация на транспортное средство, транзитная декларация, пассажирская таможенная декларация);

- крупногабаритные (неделимые) товары. В этом случае цифровой двойник изделия можно получить непосредственно от производителя;

- транспортные средства международной перевозки (ТСМП);

- международные товаротранспортные накладные (CMR);

- свидетельство о регистрации ТСМП;

- разрешительные документы на груз (лицензии, сертификаты);

- разрешительные документы (документы, предоставляющие право на проезд транспортного средства по территории государства);

- процессы ЕАИС ТО;

- межпроцессная интеграция информационных систем таможенных и пограничных и иных органов.

В качестве цифровых двойников в пограничной сфере «закрытый сегмент» идентифицированы объекты:

- паспорт гражданина, иного документа, необходимого для пересечения государственной границы;

- миграционная карта иностранного гражданина;

- процессы ПТК «МИР».

Данный перечень объектов предлагается объединить в единый модуль цифровых двойников. Предлагается данный перечень сделать открытым с последующей подгрузкой других объектов.

Единый модуль цифровых двойников, включающий в себе сведения о товарах и транспортных средствах и источниках их получения, позволит:

- сформировать цифровой образ объекта, пересекающего государственную границу;
- проверить объект с использованием системы управления рисками таможенных органов;
- проверить наличие информации об объекте, используя сведения из правоохранительных структур;
- выявить закономерности, позволяющие проследить маршруты перемещения товаров и транспортных средств;
- отнести объект к определенному виду с присвоением ему соответствующего статуса и идентификатора в государственной информационной системе оператора пункта пропуска [23].

Учитывая, что в данный момент проектирование пунктов пропуска предполагает расположение порталных ИДК после линии пограничного контроля (точка «Часовой у шлагбаума» въезда в пункт пропуска) до момента регистрации уведомления о прибытия (убытия) транспортного средства вышеуказанный модуль предлагается использовать в составе программного средства ИДК.

Можно предположить, что именно поток ИДК будет являться уже не просто механизмом, сканирующем объект, а «интеллектуальным ИДК», ключевым сенсорным элементом системы потоковых технологий ИПП, позволяющим распознать и

идентифицировать объект, выявить нарушителя, предложить оператору алгоритм решения. Технология цифровых двойников будет охватывать весь процесс администрирования перемещения товаров и транспортных средств в ИПП. Верификация объекта (объектов) в пункте пропуска предполагается с использованием программного средства ПИДК, разработанного в Центре компетенций интеллектуальных технологий таможенного контроля СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Внедрение в практику работы таможенных органов России новых отечественных образцов ПИДК, обладающих принципиально новым составом функциональных возможностей, требует интенсификации учебного процесса в части подготовки как сотрудников пограничных и таможенных органов, выполняющих функции анализа изображений, получаемых с помощью ПИДК, так и обслуживающего их персонала.

Кроме того, на основе подгружаемой информации предполагается:

- постоянно нарабатывать профессиональные компетенции у должностных лиц ГКО, задействованных в процессе контроля в пункте пропуска с использованием ИДК;
- использовать симулятор для формирования профилей рисков возможных нарушений в целях эффективного применения определенных форм таможенного контроля и создания условий для ускорения и упрощения перемещения через таможенную границу ЕАЭС товаров.

Обобщенная схема взаимодействия объектов пограничного и таможенного

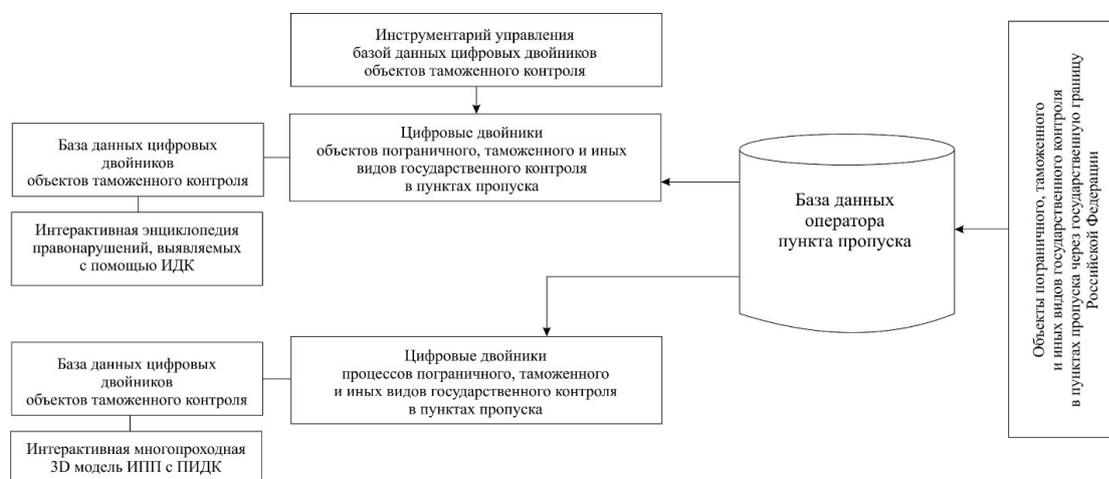


Рис. 1. Обобщенная схема взаимодействия объектов пограничного, таможенного и иных видов государственного контроля

троля, их цифровых двойников и специального тренажера потокового ИДК представлена на рис. 1.

На рис. 1. показано, что программное средство специализированного тренажера является не статичным, а динамичным объектом, меняющимся с учетом постоянно наполняемости (подгрузки) его информацией из облака программного средства оператора пункта пропуска. Периодичность подгрузки сведений о выявленных объектах нарушения в базу данных тренажера, копий снимков (фрагментов снимков) определяется на этапе апробации симулятора.

Таким образом, применение цифровых двойников в создании специализированного тренажера для подготовки операторов ИДК является эффективным средством

подготовки персонала и является осознанной необходимостью. Специализированный тренажер с использованием цифровых двойников, имитирующего механизм контроля пограничными и таможенными органами поможет не только операторам освоить стандартные процедуры, обучить их действиям в условиях возможных аварийных ситуаций, но и усовершенствовать технологию обработки снимков. Использование специализированного тренажера на базе цифровых двойников является востребованным не только для таможенных, но и для иных контролирующих органов в пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации.

Список литературы

1. Володин А.Б. Пункты пропуска через государственную границу. Проблемы и пути их решения // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17. – № 3(82). – С. 170–177.
2. Давыдов Р.В. Технология «Цифрового двойника» как основа выбора объектов таможенного контроля после выпуска товаров. Вестник Российской таможенной академии. – 2020. – № 3. – С. 25–32.
3. Лобас Т.В., Макрусев В.В. Цифровая трансформация таможенного регулятора: теория, проблемы и международный опыт их решения // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – Т. 9. – № 9А. – С. 65–79.
4. Дмитриева О.А., Илюхина С.С., Власов А.В. Проблемы и перспективы развития цифровых технологий в таможенном деле // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2018. – № 4. – С. 88–91.
5. Афонин П.Н. и др. Распознавание образов при таможенном контроле с применением ИДК и ДРТ: монография / П.Н.Афонин, Д.Н.Афонин, В.А.Зубов, Д.Н.Сломова, Н.Ю.Яргина / СПб.: СПб.: РИО Санкт-Петербургского имени В.Б.Бобкова филиала Российской таможенной академии, 2018. – 220 с.
6. Афонин П.Н., Киселева Е.В. Применение структурно-семантической модели эвристического анализа для формирования модели «интеллектуального» пункта пропуска // Бюллетень инновационных технологий. – 2021 – Т. 5. – № 2(18). – С.71-74.
7. Афонин П.Н., Самойленко О.Р. Применение методики категорирования товаров с учетом уровня сложности объекта таможенного контроля // В сборнике: Таможенные чтения – 2020. Стратегия развития 2030: Вызовы времени. Наука и инновации. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. В 2-х т. Санкт-Петербург, 2020. С. 30–36
8. Афонин П.Н., Табаков А.В. Опыт применения инспекционно-досмотровых комплексов для выявления и пресечения контрабанды наркотиков: к вопросу о необходимости автоматизации распознавания рентгенокопических изображений // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова

филиала Российской таможенной академии. – 2021. – № 3 (79). – С. 16–20.

9. Афонин, В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций: учеб. пособие: для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий. М.: Интернет-ун-т информ. технологий, 2005 (ГУП Смол. обл. тип. им. В.И. Смирнова). – 199 с.

10. Grieves, M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication; A White Paper; Michael Grieves, LLC: Melbourne, FL, USA, 2014.

11. Пешкова Ирина. Как цифровые двойники помогают российской промышленности. [Электронный ресурс] URL: rb.ru/longread/digital-twin/.

12. Вичугова Анна. Цифровизация. [Электронный ресурс] URL: www.bigdataschool.ru/wiki.

13. «Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» [Электронный ресурс] URL: digital.gov.ru.

14. ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения».

15. Приказ ФТС России от 17.06.2010 № 1154 «Об утверждении Положения о Единой автоматизированной информационной системе таможенных органов».

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.08.2015 № 813 «Об утверждении Положения о государственной системе миграционного и регистрационного учета, а также изготовления, оформления и контроля обращения документов, удостоверяющих личность».

17. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204

18. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.04.2018 № 831-р «Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года».

20. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.05.2020 № 1388-р «Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года».

21. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

22. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.12.2021 № 3744-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года».

23. Прохоров А. Цифровые двойники. Концепция развивается. [Электронный ресурс] URL: data.cnews.ru/articles/2018-04-18_tsifrovyye_dvojniki_kontseptsiya_razvivaetsya.

24. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.05.2022 № 931 «Об утверждении Правил обмена электронными перевозочными документами и сведениями, содержащимися в них,

между участниками информационного взаимодействия, направления таких документов и сведений в государственную информационную систему электронных перевозочных документов, а также представления иной информации, связанной с обработкой таких документов и сведений, из информационной системы электронных перевозочных документов в государственную информационную систему электронных перевозочных документов по запросу оператора государственной информационной системы электронных перевозочных документов».

Поступила в редакцию 31.07.2022

Сведения об авторах:

Афонин Петр Николаевич – проректор по стратегическому развитию, заведующий кафедрой прикладной механики и инженерной графики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», доктор технических наук, доцент e-mail: pnafonin@yandex.ru.

Плахотин А.А. – аспирант ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», научный сотрудник кафедры прикладной механики и инженерной графики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», e-mail: pnafonin@yandex.ru.

Работа выполнена в рамках НИР «Разработка автоматизированной тренажерной системы для подготовки операторов потокового инспекционно-досмотрового комплекса» по договору между СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и ООО «ИСБ.А»

Электронный научно-практический журнал "Бюллетень инновационных технологий" (ISSN 2520-2839) является сетевым средством массовой информации регистрационный номер Эл № ФС77-73203 по вопросам публикации в Журнале обращайтесь по адресу bitjournal@yandex.ru