

УДК 004.56

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.31.4.009](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.31.4.009)

## Повышение эффективности применения мер защиты от использования дубликатов RFID-меток во внешней торговле

А. А. Лавринович<sup>1</sup>, Н. В. Волошина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Резюме:** В статье описываются рекомендации для таможенных органов по борьбе с использованием импортерами дубликатов RFID-меток для занижения подлежащих к уплате таможенных платежей. Цель исследования – определить рекомендации по повышению эффективности применению мер защиты от использования дубликатов RFID-меток во внешней торговле. Результаты. Анализ существующих подходов к защите от дубликатов RFID-меток позволил установить, что наиболее целесообразной мерой является обнаружение меток, основанное на проверке информации о считываниях метки. В этой связи предложены рекомендации по развитию модели применения RFID-технологии во внешнеэкономической деятельности. Но для того, чтобы установить, какая недостоверная информация была записана на RFID-дубликате, таможенным органам необходимо провести контрольные мероприятия. С применением теории игр было доказано, что не во всех случаях проведение контрольных мероприятий будет целесообразным, и таможенным органам выгоднее отказать в выпуске товаров по нормам главы 18 Таможенного кодекса Евразийского экономического союза без их проведения. Для обоснования решений о проведении контрольных мероприятий в работе были определены факторы, которые должны учитываться при принятии таких решений. Практическая значимость: полученные результаты могут применяться таможенными органами при проведении таможенного контроля в отношении импортируемых товаров, маркируемых с помощью RFID-меток, а также государственными органами – при проектировании системы защиты информации, хранящейся на выпущенных АО «Гознак» метках, которые применяются во внешней торговле.

**Ключевые слова:** RFID-технология, RFID-метка, RFID-дубликат, маркировка товаров, RFID-маркировка, таможенные органы, таможенный контроль, RFID.

**Для цитирования:** Лавринович А. А., Волошина Н. В. Повышение эффективности применения мер защиты от использования дубликатов RFID-меток во внешней торговле. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=855> DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.009.

## Increasing the effectiveness of the application of protection measures against the use of duplicate RFID-tags in foreign trade

A. A. Lavrinovich<sup>1</sup>, N. V. Voloshina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russian Federation

**Abstract:** This article contains recommendations for customs bodies to combat the use of RFID-duplicates by importers in order to understate customs payments. The aim of the research is to identify recommendations for improving the effectiveness of the application of protection measures against the use of RFID-duplicates in foreign trade. Results. Analysis of existing approaches to protection against RFID-duplicates shows that the most expedient measure is the detection of duplicates based on checking information about tag readings. In this regard, recommendations for the development of a model for the application of RFID technology in foreign economic activity are proposed. But in order to establish what

false information was recorded on the RFID duplicate, the customs authorities need to take control measures. Using the theory of games, it was proved that not in all cases it would be advisable to carry out control measures, and it is more profitable for customs authorities to refuse to customs clearance according to the norms of Chapter 18 of the Customs Code of the Eurasian Economic Union without carrying out them. To substantiate decisions on the conduct of control measures in the work, factors were identified that should be taken into account when making such decisions. Practical significance: the results obtained can be used by customs authorities during customs control in relation to imported goods marked with RFID tags, as well as by government authorities when designing a system for protecting information stored on tags issued by Goznak that are used in foreign trade.

**Keywords:** RFID-technology, RFID-mark, RFID-duplicate, goods marking, RFID-marking, customs bodies, customs control, RFID.

**For citation:** Lavrinovich A.A., Voloshina N.V. Increasing the effectiveness of the application of protection measures against the use of duplicate RFID-tags in foreign trade. *Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=855> DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.009 (In Russ).

## Введение

Сегодня в рамках внешнеэкономической деятельности (ВЭД) RFID-технология применяется для маркировки импортируемых в Российскую Федерацию (РФ) товаров, в частности, меховых изделий. За счет нее обеспечивается безопасность ввозимой продукции, ведется борьба с контрафактом и контрабандой. Однако применение технологии связано с такой проблемой информационной безопасности, как использование дубликатов RFID-меток злоумышленниками, чем определяется актуальность настоящего исследования.

Под дубликатом в настоящем исследовании понимается RFID-метка, изготовленная участником ВЭД в целях использования при таможенном оформлении. Использование дубликатов, а не оригиналов меток, изготовленных АО «Гознак», создает возможность для недостоверного декларирования товаров. За счет дубликатов участники ВЭД могут занижать объемы подлежащих к уплате таможенных платежей, что отрицательно сказывается на доходах федерального бюджета страны.

В литературе в качестве одного из способов выявления дубликатов выделяется проверка считываний на метке, которая осуществляется на основе специальных протоколов. Но выявление дубликата RFID-метки не позволяет сделать таможенным органам вывод о том, какую информацию решил недостоверно задекларировать участник ВЭД. Для установления этого необходимо проведение контрольных мероприятий. Отсюда можно выделить проблему исследования - открытость вопроса о необходимости проведения контрольных мероприятий в отношении выявленных дубликатов с позиции целесообразности их проведения.

### 1. Анализ современных подходов к борьбе с дубликатами

Сегодня предлагается два подхода к защите от RFID-дубликатов: профилактика (шифрование и аутентификация) и обнаружение [1] (Таблица 1).

Таблица 1 – Оценка методов борьбы с RFID-дубликатами  
Table 1 – Evaluation of methods to combat RFID duplicates

Метод	1. Шифрование	2. Аутентификация	3. Обнаружение RFID-дубликатов
Преимущества	Комплексное обеспечение защиты от различных угроз информационной безопасности	Считывание меток может быть проведено только верифицированными RFID считывателями	Более низкая стоимость реализации по сравнению с другими методами
Недостатки	Необходимы значительные вычислительные мощности метки	Увеличение стоимости RFID-меток; сложности проектирования протоколов аутентификации	Метод применяется для меток с типом памяти Read & Write, но не Write Once Read Many

Оценивая методы, представленные в Таблице 1, можно сделать вывод, что для борьбы с RFID-дубликатами в российской практике ВЭД больше всего подходит метод обнаружения RFID-дубликатов, поскольку достаточно важна стоимостная характеристика [2, с. 354; 3, с. 15]. Она приобретает особое значение, поскольку нами предполагается масштабирование ранее предложенной нами модели [4] применения RFID-технологии во ВЭД

Помимо указанных в Таблице 1 методов существует метод уничтожения метки в случае ее считывания несанкционированным считывателем. Для этого применяется команда KILL [1]. Однако данный метод также не видится целесообразным, поскольку информация на метку заносится участниками ВЭД их собственными считывателями.

Обнаружению уделяется пристальное внимание в современной литературе. В работе [5] предлагается подход обнаружения дубликатов меток, так как шифрование и криптография представляются авторами нецелесообразными для меток с небольшим объемом памяти и ограниченными вычислительными мощностями (что характерно для меток, применяемых во внешней торговле в РФ). Предлагаемый подход основывается на том, что метка должна хранить информацию о предыдущих считываниях (например, в виде числа). При каждом новом считывании на метке это число обрабатывается по специальному алгоритму, аналогичным образом оно изменяется и в базе данных, где хранятся данные о считывании меток. Сравнение чисел позволяет отличить оригинал метки от дубликата. Дубликат будет содержать число, которое отличается от того, которое есть в базе данных. В этой связи авторами предлагается протокол обработки информации о предыдущих считываниях. Моделирование позволило авторам показать, что применение протокола обеспечивает выявление дубликатов в 99% случаев. Стоит заметить, что для реализации подхода необходимо, чтобы у метки был тип памяти Read and Write.

Еще один подход предлагается в исследовании [6]. Он основывается на том, что при каждом считывании считыватель записывает на метку случайное число. В конечном итоге образуется последовательность случайных чисел, которая сравнивается с последовательностью чисел, хранящейся в базе данных. Так что можно сравнить получившуюся последовательность чисел с той, которая была получена от считывателя. В случае выявления расхождений можно сделать вывод о проверке дубликата, а не оригинала. На основе моделирования авторами было показано, что протокол позволяет идентифицировать дубликаты в 93% случаев. В данном протоколе также предполагается

применение метки с типом памяти Read and Write.

В работе [7] подход основывается на том, что изначально на метку записывается случайное число. При каждом считывании метки данное число меняется по определенному правилу. Подобная информация об изменении числа также хранится в специальной базе данных. Когда возникает необходимость проверки подлинности метки, текущее число считывается и сравнивается с тем, которое есть в базе данных.

Также в [1] предлагается в дополнение к статическим идентификаторам метки (например, EPC, TID) хранить случайное число, которое меняется каждый раз при считывании метки. Аналогичная информация хранится в централизованной базе данных. При считывании меток сначала проверяется статический идентификатор, далее для этой метки по базе данных проверяется случайное число. Если числа совпадают, то, значит, метка является оригинальной, если нет – дубликатом. Эффективность метода авторами определяется как обнаружение дубликатов в 99,15% случаев. При этом авторы отмечают, что даже в таком случае после этого необходимо провести ручной осмотр объектов, чтобы понять, действительно ли используется дубликат. Основное преимущество такой меры заключается в том, что ее можно использовать с существующими стандартными недорогими RFID-метками, работающими с EPC Gen-2.

Таким образом, одним из основных современных подходов к борьбе с дубликатами RFID-метки является обнаружение дубликатов. Обнаружение дубликатов может быть организовано на основе проверки информации на метке. В этих целях на метку в дополнение к статическим идентификаторам может быть записано число (чаще всего, случайное), которое впоследствии меняется при каждом последующем считывании. Это число и его модификации также хранятся в базе данных. При необходимости проверки подлинности метки число с метки сопоставляется с числом из базы данных, на основании чего делается вывод о том, какая метка проверяется: оригинал (числа совпали) или дубликат (числа не совпали).

## **2. Развитие модели применения RFID-технологии во ВЭД**

На данный момент RFID-маркировка во ВЭД применяется только в отношении меховых изделий [8]. Но мы допускаем, что с учетом характеристик RFID-технологии сфера ее применения может расшириться и до других товаров [9], прежде всего, из-за возможностей по автоматизации и ускорению таможенных операций. В этой связи ранее нами была предложена модель применения RFID-технологии по автоматизации и ускорению таможенных операций, связанных с выпуском товаров [4]. В рамках модели важно, чтобы отсутствовали нелегальные изменения информации, хранящейся на RFID-метках. В этой связи актуальна проблема использования дубликатов меток.

В отношении дубликата RFID-метки в настоящем исследовании можно выделить следующие характеристики. Дубликат был изготовлен участником ВЭД, тогда как оригинал метки должен быть изготовлен АО «Гознак». Дубликат изготавливается посредством копирования и переноса данных из метки-оригинала в новую метку – метку-дубликат. Дубликат содержит недостоверную информацию о товаре, тогда как оригинал метки достоверно характеризует товар. Одна из основных целей использования участником ВЭД дубликатов – минимизация налоговой нагрузки при перемещении товаров через границу, тогда как оригинал может быть использован для ускорения и упрощения таможенного оформления.

Для решения проблемы использования дубликатов мы предлагаем применять подход, основанный на обнаружении дубликатов. Для применения подобного подхода необходимы:

1. Метки с типом памяти Read and Write, а не WORM.

2. Протокол обработки случайных чисел на метке. Так как RFID-метки, которые применяются во внешней торговле, поставляются централизованно участникам ВЭД с АО «Гознак», то полагаем, что на АО «Гознак» может быть проведено считывание меток, что позволит записать на них сведения об этом считывании в виде случайного числа. Впоследствии данное случайное число обрабатывается по специальному протоколу.

3. База данных для хранения случайных чисел и их модификаций.

4. Протоколы проверки информации о считываниях на метке, которые будут реализовываться на этапе таможенного оформления. Протоколы должны основываться на проверке чисел, которые считываются с метки и имеются в базе данных. Такие протоколы должны быть внедрены в процесс автоматической проверки информации в ходе таможенного контроля.

С другой стороны, недостаток данной меры заключается в том, что в случае обнаружения отсутствия предыдущего легального считывания, можно лишь сделать вывод о том, что был считан дубликат RFID-метки, однако без дополнительных мероприятий нельзя сделать вывод о том, какая информация была подделана на дубликате участником ВЭД. Поэтому при обнаружении RFID-дубликата необходимо проведение контрольных мероприятий (например, таможенный досмотр).

В рамках настоящего исследования мы предполагаем, что в модели, описываемой нами в [4], должны использоваться RFID-метки с типом памяти Read and Write. В этой связи они содержат сведения о считываниях метки, что позволяет отличить оригинал метки от метки-дубликата на основе работы протокола проверки информации на метках (Таблица 2).

Таблица 2 – Технические характеристики  
Table 2 – Technical characteristics

Характеристика	Оригинал метки	Дубликат метки
1. Проверка информации о считывании	Информация о считывании на метке (например, в виде числа) совпадает с информацией о считывании в базе данных	Информация о считывании на метке (например, в виде числа) не совпадает с информацией о считывании в базе данных
2. TID-номер	Могут совпадать у оригинала и дубликата	

Несмотря на то, что, как современные протоколы такого типа не позволяет абсолютно во всех случаях выявить дубликаты, на данном этапе исследования будем исходить из того, что предлагаемый подход позволяет выявлять дубликаты в 100% случаев.

На данный момент использование RFID-дубликатов в проекте по маркировке меховых изделий не столь целесообразно. Для всех маркируемых товаров [8] применяется одна и та же ставка ввозной таможенной пошлины (10%) [10] и НДС (20%). Тем не менее, RFID-дубликат может позволить участнику ВЭД заявить недостоверные сведения о виде меха, стране происхождения, описании товара и других характеристиках [11, с. 104]. Поэтому возникают риски неполной уплаты таможенных платежей [12]. Рассмотрим примеры далее.

Первый риск занижения объемов подлежащих к уплате таможенных платежей состоит в том, что RFID-дубликат может содержать недостоверную информацию о стране происхождения. Таким образом, участник ВЭД может претендовать на получение тарифных преференций по уплате таможенных платежей. Рассмотрим пример, в котором в качестве маркируемого товара выступает икра осетровых (входит в перечень преференциальных товаров) (Таблица 3).

Таблица 3 – Исчисление таможенных платежей для метки-оригинала и RFID-дубликата (искажение информации о стране происхождения)  
Table 3 – Calculation of customs duties for the original tag and RFID duplicate (distortion of information about the country of origin)

№	Критерий	Оригинальная метка	Дубликат метки
1	Страна происхождения икры осетровой	Тайвань	Китай
2	Таможенная стоимость (ТС), руб.	6 800 000	6 800 000
3	Объем партии, кг	1200	1200
4	Ввозная таможенная пошлина (ВТП) (специфическая (ВТПс), курс евро – 91,72 руб.), руб.	ВТПс = ставка * объем партии	
		18,7*91,72*1200= =2058196,8	(0,75*18,7)*91,72*1200= =1543647,6
5	НДС (20%), руб.	НДС = (ТС+ВТПс)*0,2	
		8858196,8*0,2=1771639,36	8343647,6*0,2=1668729,52
6	Таможенный сбор, руб.	20000	20000
7	Итого, руб.	3 849 836,16	3 232 377,12

Следующий риск, связанный с уплатой таможенных платежей, для таможенных органов состоит в том, что дубликат может содержать недостоверное описание товара и недостоверный код ТН ВЭД ЕАЭС. В Таблице 4 представлены данные, которые могли бы быть, если бы шоколад был маркируемым товаром.

Таблица 4 – Исчисление таможенных платежей для метки-оригинала и RFID-дубликата (искажение информации о товаре)  
Table 4 – Calculation of customs duties for the original tag and RFID duplicate (distortion of information about the product)

№	Критерий	Оригинальная метка	Дубликат метки
1	Товар	Белый шоколад	Темный шоколад
2	Таможенная стоимость, руб.	9 100 000	9 100 000
3	Объем партии, кг	1500	1500
4	Ввозная таможенная пошлина (адвалорная (ВТПа)), руб.	ВТПа = ставка * ТС	
		9 100 000 * 0,12= = 1092000	9 100 000 * 0,05= = 455 000
5	НДС (20%), руб.	НДС = (ТС+ВТПа)*0,2	
		10192000*0,2=2038400	9555000*0,2=1911000
6	Таможенный сбор, руб.	27000	27000
7	Итого, руб.	3 157 400	2 393 000

Таким образом, в развитие модели применения RFID-технологии во ВЭД был предложен подход автоматического обнаружения RFID-дубликатов таможенными органами в процессе таможенного контроля в отношении ввозимых в РФ товаров. Подход предполагает, что в дополнение к статистической информации на метке находится число, которое меняется при каждом считывании, затем оно сопоставляется с

числом из специальной базы данных. Преимуществом подхода является возможность обнаружения дубликата в автоматическом режиме, а недостаток заключается в том, что вместе с ним необходимо проводить контрольные мероприятия в отношении маркируемых товаров, чтобы установить, с какой информацией участник ВЭД совершил манипуляции для занижения таможенных платежей.

### 3. Методология

Выбор в пользу теории игр сделан ввиду того, что ранее отечественными исследователями была доказана ее применимость для оптимизации выбора средств защиты информации с позиции их стоимости [13].

Теория игр, в частности, изучает ситуации конфликта между двумя участниками с противоположными интересами и методы их разрешения. Так как злоумышленник и государство имеют противоположные интересы (первый участник стремится минимизировать объем таможенных платежей, а второй – обеспечить полноту их взимания), мы можем рассматривать эту ситуацию как конфликт в области информационной безопасности.

Платежная матрица будет построена на основе следующих положений: проведение контрольных мероприятий для таможенных органов связано с расходами ресурсов (например, финансовых, трудовых и др.), выявление нарушений может иметь благоприятный экономический результат (назначение штрафа, конфискация товаров и другие меры, предусмотренные административным и уголовным законодательством). Схематично данные положения отражены на Рисунке 1.

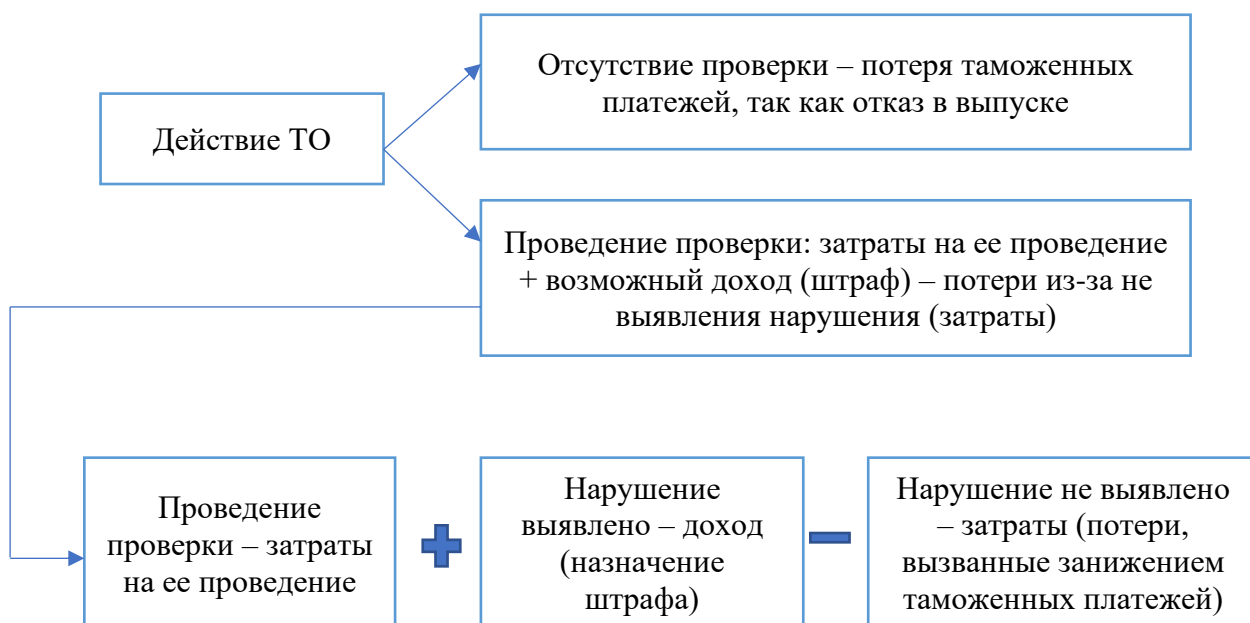


Рисунок 1 – Схема построения платежной матрицы  
 Figure 1 – Scheme for constructing a payment matrix

Сведения для построения платежной матрицы представлены в Таблице 5.

Таблица 5 - Сведения для построения платежной матрицы  
Table 5 – Information for constructing a payment matrix

№	Действия таможенных органов	Выигрыш, у.е.	Комментарий
1	Выявлен дубликат RFID-метки и отказано в выпуске без проведения контрольных мероприятий	-1	В случае отказа в выпуске участник ВЭД не уплачивает таможенные платежи, которые могли бы быть уплачены в случае положительного решения о выпуске. Поэтому таможенные органы несут потери в виде неуплаченных сумм таможенных платежей. Однако иных затрат (затрат на проведение контрольных мероприятий) не предполагается.
2	Проведена проверка кода ТН ВЭД ЕАЭС (проверить метки, провести экспертизу, направить запросы и др.)	-2	Для проверки кода ТН ВЭД ЕАЭС / страны происхождения таможенные органы расходуют ресурсы: трудовые (оплата труда персонала), финансовые (например, если назначается таможенная экспертиза на договорной основе). Полагаем, что проведение контроля в отношении кода ТН ВЭД ЕАЭС является более затратным, чем проведение контроля в отношении страны происхождения.
3	Проведена проверка страны происхождения (проверить метки, направить запросы и др.)	-1	Классификация товаров осуществляется в соответствии с основными правилами интерпретации (ОПИ), при классификации необходимо учитывать примечания, включенные в ТН ВЭД ЕАЭС, кроме того, возможны случаи, когда для классификации необходимы специфические характеристики товаров. В свою очередь, подтверждение страны происхождения осуществляется преимущественно на основе документации о происхождении (декларация о происхождении или сертификат о происхождении).
4	Проведена проверка кода ТН ВЭД ЕАЭС и страны происхождения	-4	
5	Выявлено нарушение, связанное с недостоверным декларированием сведений о коде ТН ВЭД ЕАЭС	+3	Выявление случаев недостоверного декларирования предполагает наступление административной ответственности (ст. 16.2 КоАП РФ). В рамках данной игры допускаем, что любое выявленное нарушение приведет к назначению штрафа в отношении нарушителя, а размер штрафа зависит от вида выявленного нарушения
6	Выявлено нарушение, связанное с недостоверным декларированием сведений о стране происхождения	+2	
7	Выявлено нарушение, связанное с недостоверным декларированием сведений о коде ТН ВЭД ЕАЭС и стране происхождения товара	+5	



Продолжение Таблицы 5

№	Действия таможенных органов	Выигрыш, у.е.	Комментарий
8	Не выявлено нарушение, связанное с декларированием кода ТН ВЭД ЕАЭС	-2	Любой случай недостоверного декларирования, который не был выявлен, будет означать убытки для таможенных органов, поскольку, как было показано ранее, использование дубликатов может привести к занижению объемов таможенных платежей. Манипуляции с кодом ТН ВЭД оставляют большой объем возможностей по занижению таможенных платежей, чем манипуляции со страной происхождения. Если при недостоверном декларировании страны происхождения возможно два варианта занижения объемов таможенной пошлины (на 25% и на 100%), то в случае с недостоверным декларированием кода ТН ВЭД ЕАЭС занижение объемов таможенной пошлины может быть любым (путем использования кодов прикрытия)
9	Не выявлено нарушение, связанное с декларированием страны происхождения	-1	
10	Не выявлено нарушение, связанное с декларированием кода ТН ВЭД ЕАЭС и страны происхождения	-4	

Далее рассмотрим критерии, по которым можно анализировать принимаемые игроками решения: классические критерии (критерий Байеса, критерий Вальда, критерий Севиджа) и производный (критерий Гурвица).

Критерий Байеса рассчитывается по формуле (1). Оптимальной стратегией является стратегия с максимальным значением  $B$ .

$$B = \max_i \sum_{j=1} p_j * a_{ij}, \quad (1)$$

$p_j$  – вероятность реализации стратегии злоумышленника;

$a_{ij}$  – позиция;

Критерий Вальда (правило миксимины) предполагает выбор наилучшего результата из наихудшего. Критерий Вальда рекомендует выбирать  $i$  так, чтобы выполнялось условие (2):

$$W = \max_i (\min_j a_{ij}). \quad (2)$$

Критерий Севиджа предлагает принимать решение с учетом матрицы рисков. По критерию Севиджа, лучшим является решение с минимальным значением максимального риска (3):

$$S = \min_i (\max_j r_{ij}). \quad (3)$$

Величина риска – это разница между максимальным выигрышем (в столбце) и  $a_{ij}$  (4):

$$r_{ij} = a_{\max j} - a_{ij}. \quad (4)$$

Критерий Гурвица предлагает выбрать тот вариант, который предполагает максимум из следующего выражения (5):

$$H = \max_i \left\{ \lambda \min_j a_{ij} + (1 - \lambda) \max_j a_{ij} \right\}. \quad (5)$$

Значение коэффициента  $\lambda$  для последующих расчетов примем равным 0,034. Это значение было выбрано, так как значение  $\lambda$  можно сравнить с долей импортируемых товарных партий, в отношении которых проводится таможенный досмотр, поскольку

невозможно провести контрольные мероприятия в отношении абсолютно всех товарных партий. По состоянию на 2019 год, таможенные досмотры проводились в отношении 3,4% товарных партий, которые ввозились на территорию РФ [14].

Таким образом, анализ этих критериев позволяет принять оптимальное решение. Поскольку критерии по разному определяют целесообразную стратегию, сравнение полученных вариантов позволит сформировать рекомендации для таможенных органов.

#### 4. Результаты

В игре принимают участие две стороны: нарушитель и государство, как сторона, которая в большей степени заинтересована в безопасности системы маркировки товаров. Данную игру можно классифицировать как игру «Нарушитель – инспектор».

Таблица 6 содержит информацию о возможных стратегиях участника ВЭД, а также о возможных стратегиях таможенных органов. Мы допускаем такой вариант, что злоумышленник может использовать дубликат метки, который не содержит недостоверной информации (например, это метка, которая легальна, но не содержит считывания АО «Гознак», либо прочий брак). Такие действия, как назначение санкций за нарушение требований маркировки товаров, повторная маркировка товаров, таможенный контроль после выпуска товаров в рамках игры не рассматриваются. На RFID-метках может быть записана и иная информация, однако в рамках данной игры рассматриваем лишь эти два параметра, как параметры, которые в наибольшей степени связаны с таможенными платежами.

Таблица 6 – Стратегии игроков

Table 6 - Players' strategies

Стратегии нарушителя		Стратегии государства	
$y_1$	Использовать дубликат метки, который не содержит недостоверной информации	$x_1$	Отказ в выпуске без проведения контрольных мероприятий
$y_2$	Использовать дубликат метки с недостоверным кодом ТН ВЭД ЕАЭС	$x_2$	Проверить информацию о коде ТН ВЭД ЕАЭС, но не проверять о стране происхождения
$y_3$	Использовать дубликат метки с недостоверными сведениями о стране происхождения	$x_3$	Проверить информацию о стране происхождения товаров, но не проверять информацию о коде ТН ВЭД ЕАЭС
$y_4$	Использовать дубликат метки с недостоверными сведениями о стране происхождения и коде ТН ВЭД ЕАЭС	$x_4$	Проверить информацию о стране происхождения товаров и о коде ТН ВЭД ЕАЭС

Платежная матрица представлена в Таблице 7. Платежная матрица построена исходя из данных по стоимости реализации стратегии (Таблица 5).

Таблица 7 – Платежная матрица (выигрыши)

Table 7 - Payment matrix (winnings)

$x_i \setminus y_j$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$
$x_1$	-1	-1	-1	-1
$x_2$	-2	1	-3	0
$x_3$	-1	-3	1	-1
$x_4$	-4	-2	-4	1

Для построения платежной матрицы будем исходить из следующей информации по вероятности наступления стратегий нарушителя (Таблица 8).

Таблица 8 – Вероятность реализации стратегий нарушителем

Table 8 - Probability of implementation of strategies by the violator

Стратегия	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$
Вероятность	0,02	0,5	0,3	0,18

При определении вероятностей учитывалось следующее. Подавляющее большинство участников ВЭД соблюдают требования таможенного законодательства, кроме того, брак в системе маркировки маловероятен. Заявление недостоверного кода ТН ВЭД ЕАЭС является более распространенным нарушением, чем заявление недостоверной страны происхождения товаров. Так, в 2019 году таможенными органами было принято 42491 шт. решений по корректировке кода товара по ТН ВЭД ЕАЭС, тогда как по направлению страны происхождения было принято 9952 шт. решений по корректировке [15]. Вероятность реализации стратегии, при которой оба параметра заявляются недостоверно, в связи с этим представляется ниже.

Согласно критерию Байеса, оптимальной является стратегия № 2 (максимальным значением в Таблице 9 является -0,44), а именно проверка информации о коде ТН ВЭД ЕАЭС. Представленный в Таблице 9 результат можно объяснить тем, что участники ВЭД в случае использования дубликатов RFID-меток скорее всего будут изготавливать дубликаты, которые содержат недостоверную информацию о коде ТН ВЭД ЕАЭС – на основе кода ТН ВЭД ЕАЭС манипуляции в отношении таможенных платежей совершаются чаще, чем на основе страны происхождения.

Таблица 9 – Платежная матрица (расчет критерия Байеса)

Table 9 - Payments matrix (calculation of Bayes criterion)

$x_i \setminus y_j$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$\sum(a_{ij}p_j)$
$x_1$	0,0	-0,5	-0,3	-0,2	-1
$x_2$	0,0	0,5	-0,9	0,0	-0,44
$x_3$	0,0	-1,5	0,3	-0,2	-1,4
$x_4$	-0,1	-1,0	-1,2	0,2	-2,1

Поэтому проверка кода ТН ВЭД ЕАЭС позволяет максимизировать средний выигрыш в виде назначенных штрафов, а средний риск в виде потраченных ресурсов минимизируется. Кроме того, минимальным значением в Таблице 9 является -2,1, что соответствует четвертой стратегии. Это означает, что средний выигрыш будет минимальным в случае проведения контрольных мероприятий и в отношении кода ТН ВЭД ЕАЭС, и в отношении страны происхождения. Этот результат также указывает на то, что при проведении контрольных мероприятий в отношении RFID-дубликатов необходима реализация принципа выборочности таможенного контроля, поскольку участники ВЭД могут использовать различные способы занижения таможенных платежей, как на основе кода ТН ВЭД ЕАЭС, так и на основе страны происхождения.

Согласно критерию Вальда наиболее подходящей для таможенных органов стратегией является стратегия № 1 (максимальным значением в Таблице 10 являются -1), а именно отказ в выпуске без проведения контрольных мероприятий. Из данных, представленных в Таблице 10, следует, что отказ в выпуске без проведения контрольных мероприятий гарантирует таможенным органам получение максимального объема денежных средств в наихудших условиях (низкая эффективность контрольных мероприятий), точнее, в данном случае, минимальные потери в виде неполученных таможенных платежей. А проверка одного параметра или проверка двух параметров

сразу в наихудших условиях гарантирует таможенным органам меньший объем денежных средств (потери денежных средств).

Таблица 10 – Платежная матрица (расчет критерия Вальда)

Table 10 - Payment matrix (calculation of the Wald criterion)

$x_i \setminus y_j$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	min
$x_1$	-1	-1	-1	-1	-1
$x_2$	-2	1	-3	0	-3
$x_3$	-1	-3	1	-1	-3
$x_4$	-4	-2	-4	1	-4

Согласно критерию Севиджа (крайнего оптимизма), наиболее подходящей стратегией является стратегия № 1 (минимальным значением в матрице рисков в Таблице 9 является 2), так как это стратегия, по которой величина максимального риска минимизируется в наихудших условиях.

Таблица 11 – Матрица рисков (расчет критерия Севиджа)

Table 11 - Risk matrix (calculation of Savage criterion)

$x_i \setminus y_j$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	max
$x_1$	0	2	2	2	2
$x_2$	1	0	4	1	4
$x_3$	0	4	0	2	4
$x_4$	3	3	5	0	5

Из данных, представленных в Таблице 11, следует, что путем отказа в выпуске без проведения контрольных мероприятий таможенным органам можно минимизировать риски. Проверка одного параметра или проверка сразу двух параметров связаны с более высоким риском.

Согласно критерию Гурвица (пессимизма-оптимизма), наиболее подходящими стратегиями являются стратегии № 2 и 3 (максимальным значением в матрице рисков в Таблице 12 являются 0,864).

Таблица 12 – Расчетная матрица (расчет критерия Гурвица)

Table 12 - Calculation matrix (calculation of the Hurwitz criterion)

$x_i \setminus y_j$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	min	max	$y \min(a_{ij}) + (1-y)\max(a_{ij})$
$x_1$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$x_2$	-2	1	-3	0	-3	1	0,864
$x_3$	-1	-3	1	-1	-3	1	0,864
$x_4$	-4	-2	-4	1	-4	1	0,83

Критерий Гурвица учитывает возможность как наихудшего, так и наилучшего для таможенных органов поведения участников ВЭД. Поэтому проведение проверки хотя бы по одному параметру показывается необходимым и по критерию Гурвица. Таким образом, проведение контроля видится необходимой мерой при борьбе с дубликатами RFID-меток, однако целесообразным является проверка какого-либо одного параметра.

Расчет критериев позволяет сделать следующие выводы:

1. В случае выявления дубликатов RFID-меток перед таможенными органами встает выбор: отказать в выпуске без проведения контрольных мероприятий или провести эти контрольные мероприятия. Рассчитанные критерии не дают однозначного ответа по поводу оптимальной стратегии.

2. Критерии Вальда и Севиджа указывают на целесообразность отказа в выпуске,

поскольку это позволяет минимизировать риски потерь ресурсов.

3. Критерий Байеса указывает на целесообразность проверки кода ТН ВЭД ЕАЭС, так как это может максимизировать выигрыш в виде штрафов.

4. Критерий Гурвица показывает, что резонным может быть проверка одного параметра – кода ТН ВЭД ЕАЭС или страны происхождения.

На основании этого мы делаем вывод, что при осуществлении таможенного контроля в отношении RFID-меток необходим выборочный подход, основанный на оценке рисков системой управления рисками (СУР) таможенных органов. В СУР основой применения мер по минимизации рисков являются профили риска. Они содержат индикаторы риска, по которым можно определить потенциально рискованные поставки. Например, в нашем случае таким индикатором может быть наличие признаков недостоверного декларирования кода ТН ВЭД ЕАЭС или страны происхождения товаров. В этой связи видится необходимым подготовить ряд рекомендаций для таможенных органов.

### 5. Обсуждение и рекомендации

Во-первых, метод обнаружения, основанный на проверке предыдущих считываний метки, представляется наиболее целесообразными, так как в текущей системе маркировки КИЗ с RFID-метками поставляются участникам ВЭД с объектов АО «Гознак». На таких объектах имеется возможность произвести первое считывание, тем самым записав сведения о нем на метку. Поэтому в перспективе может быть целесообразным применение меток с типом памяти Read and Write (чтобы вести борьбу с использованием дубликатов), а не WORM, как в ныне реализуемом проекте по маркировке изделий из меха.

Во-вторых, для таможенных органов необходима разработка профилей риска, на основе которых можно будет определять поставки, в отношении которых необходимо провести контрольные мероприятия для выявления случаев нарушения таможенного законодательства с использованием дубликатов RFID-меток. В качестве индикатора риска может выступать отсутствие информации о считывании метки на АО «Гознак». За счет этого будет обеспечиваться выборочность таможенного контроля. Эту информацию необходимо получать на этапе таможенного оформления. Для этого могут быть применены порталные RFID-считыватели. В свою очередь, поэтому также можно предложить таможенным органам ввести новую меру по минимизации рисков – проверка RFID-меток с помощью порталного RFID-считывателя. Далее внимание таможенных органов может быть сосредоточено на проверке кода ТН ВЭД ЕАЭС (например, при использовании кода товаров группы прикрытия) или страны происхождения товаров (например, при импорте товаров из развивающихся или наименее развитых стран).

В-третьих, при принятии решения о том, проводить контрольные мероприятия или нет СУР должна учитывать факторы, оказывающие влияние на объем потенциальных выгод таможенных органов в виде доначисленных таможенных платежей, штрафов, а также факторы, оказывающие влияние на объем затрат таможенных органов на проведение контрольных мероприятий. Основные факторы представлены в Таблице 13. В случае потенциальной целесообразности контрольных мероприятий должно приниматься решение об их проведении, в ином случае – отказ в выпуске без проведения контрольных мероприятий будет наиболее оптимальным решением для таможенных органов с точки зрения расходования ресурсов. Перспективы для данного вопроса могут заключаться в разработке математической модели для принятия решений в автоматическом режиме в таможенных органах.

Таблица 13 – Факторы, которые должны учитываться при принятии решения о проведении контрольных мероприятий

Table 13 - Factors that should be taken into account when deciding on the implementation of control activities

Факторы, оказывающие влияние на объем потенциальных выгод таможенных органов в виде доначисленных таможенных платежей, штрафов	Факторы, оказывающие влияние на объем затрат таможенных органов на проведение контрольных мероприятий
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объем таможенных платежей по партии</li> <li>2. Таможенная стоимость товаров</li> <li>3. Страна происхождения</li> <li>4. Категория участника ВЭД по системе категорирования участников ВЭД</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объем товарной партии</li> <li>2. Необходимость проведения таможенной экспертизы</li> <li>3. Необходимость направления запроса в государственные органы</li> <li>4. Сложность отбора проб и образцов</li> </ol>

### Заключение

В данном исследовании были получены следующие результаты:

1. Нами на конкретных примерах было показано, как недобросовестные участники ВЭД могут использовать дубликаты RFID-меток для целей занижения таможенных платежей. На основании этого сделан вывод, что для целей обеспечения экономической безопасности страны необходимо развивать меры защиты от использования дубликатов RFID-меток при расширении практики применения RFID-технологии во внешней торговле.

2. Нами проведен анализ существующих подходов к обеспечению защиты от использования дубликатов RFID-меток, на основании чего сделан вывод, что наиболее целесообразной мерой является проверка предыдущих считываний метки. Для этого потребуется, чтобы тип памяти RFID-метки был Read and Write, а при производстве меток АО «Гознак» на них проводилось контрольное считывание. Необходима также специальная база данных, для которой должны быть разработаны протоколы проверки считываний, которые должны применяться на этапе таможенного оформления.

Также был выявлен недостаток данной меры, а именно – отсутствие легального считывания АО «Гознак» в истории считываний позволит выявить дубликат, но не позволит установить, какая информация была подделана участником ВЭД на дубликате. В этой связи для того, чтобы определить меры по повышению эффективности применения данной меры, было принято решение рассмотреть ситуацию таможенного контроля в отношении маркируемых товаров с позиции теории игр.

Еще один недостаток – невозможность выявления меток абсолютно во всех случаях, так как существующие протоколы обнаружения дубликатов не могут обеспечить выявляемость дубликатов на уровне 100%. В данной связи требуется отдельное исследование, которое позволит определить наиболее подходящий протокол для применения при таможенном оформлении.

3. С применением теории игр была рассмотрена ситуация конфликта между государством (таможенными органами) и злоумышленником (участником ВЭД, использующим дубликат). Платежная матрица была построена на основе данных о потенциальных затратах и выгодах государства от проведения контрольных мероприятий. Расчет критериев не позволил определить единственную оптимальную стратегию. Критерии Вальда и Севиджа отразили целесообразность отказа в выпуске без проведения контрольных мероприятий, критерий Байеса показал необходимость проверки лишь кода ТН ВЭД ЕАЭС, а критерий Гурвица – необходимость проверки либо

кода ТН ВЭД ЕАЭС, либо страны происхождения.

4. На основе рассчитанных значений критериев был сделан вывод, что при проведении контроля в отношении маркируемых товаров необходима реализация принципа выборочности, поскольку проводить контроль в отношении абсолютно всех товарных партий невозможно. Для этого в СУР таможенных органов необходимо разработать профили риска, в которых в качестве индикатора риска будет выступать отсутствие считывания Гознака на RFID-метке. Также может быть введена новая мера по минимизации рисков – проверка RFID-меток с помощью портального RFID-считывателя. В свою очередь, ввиду ограниченности ресурсов таможенных органов при принятии решения о проведении контрольных мероприятий в случае выявления дубликатов RFID-меток необходимо учитывать соотношение потенциальных выгод таможенных органов от их проведения и потенциальные затраты, связанные с проведением данных контрольных мероприятий. Если выгоды могут быть выше, чем затраты, то проведение контрольных мероприятий может быть целесообразным, а если ниже, то целесообразным может быть отказ в выпуске без проведения контрольных мероприятий.

Итак, для применения меры защиты от использования дубликатов RFID-меток во внешней торговле, как проверка предыдущих считываний метки, таможенным органам необходимо также оценивать потенциальные выгоды от проведения контрольных мероприятий в отношении товарных партий, в которых обнаружены дубликаты RFID-меток. Это позволит целесообразным образом использовать ресурсы таможенных органов. Контрольные мероприятия в случае обнаружения дубликатов RFID-меток необходимо проводить лишь в том случае, если потенциальные выгоды от их проведения превышают потенциальные затраты, вызванные их проведением. В работе были определены основные факторы, которые можно учитывать при принятии такого рода решений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lehtonen M., Ostojic D., Ilic A., Michahelles F. Securing RFID Systems by Detecting Tag Cloning. 2009;5538:291-308.
2. Ениватова В. А. Цифровая маркировка алкогольной продукции. *Форум молодых ученых*. 2019;3(31):353-355.
3. Афонин Д. Н., Соколова Д. С. Использование технологии радиочастотной идентификации (RFID-системы) в борьбе с фальсификацией и контрафакцией лекарственных средств. *Bulletin of the International Scientific Surgical Association*. 2019;8.1:12-16.
4. Лавринович А. А. Риски автоматизации государственной системы RFID-маркировки с позиции информационной безопасности в таможенных органах РФ. *Таможенные чтения – 2019. Наука и образование в условиях становления инновационной экономики: сборник материалов Международной научно-практической конференции. В 4-х тт. Том I. СПб.: РИО СПб филиала РТА*, 2019;1:48-53.
5. Kamaludin H., Mahdin H., Abawajy J.H. Clone tag detection in distributed RFID systems. *PLoS ONE*. 2018;13 (3).
6. Zanetti D., Capkun S., Juels A. Tailing RFID Tags for Clone Detection. *NDSS*. 2013.
7. Акула К. А. Атака «клонирование меток» при радиочастотной идентификации. *Сборник работ 74-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета: в 3 частях. Минск: Белорусский государственный университет*. 2017;178-182.
8. Постановление Правительства РФ от 11.08.2016 № 787 «О реализации пилотного

- проекта по введению маркировки товаров контрольными (идентификационными) знаками по товарной позиции «Предметы одежды, принадлежности к одежде и прочие изделия, из натурального меха» и признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 24 марта 2016 г. N 235». Доступно по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_203253/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203253/) (дата обращения 05.11.2020).
9. Лавринович А. А. Особенности RFID-маркировки как средства идентификации для обувных товаров. *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т.* 2019:403-407.
  10. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 16.07.2012 № 54 «Об утверждении единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и Единого таможенного тарифа Евразийского экономического союза». Доступно по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_133133/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133133/) (дата обращения 05.11.2020).
  11. Фадеева Т. П., Агаева Э. В. К вопросу о маркировке пушно-меховых товаров контрольным идентификационным знаком. *Проблемы современной экономики. Сборник материалов XXXVII Международной научно-практической конференции.* Новосибирск: ООО «Центр развития научного сотрудничества». 2017:100-105.
  12. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза. Доступно по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_215315/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/) (дата обращения 05.11.2020).
  13. Данилова О. Т., Савченко С. О., Капчук Н. В. Алгоритм построения модели нарушителя на примере системы физической защиты с применением теории игр и теории графов. *Омский научный вестник.* 2017;4(154):115-119.
  14. Отчет об исполнении основных показателей работы таможенных органов Российской Федерации (За IV квартал 2019 года) Доступно по: <http://customs.gov.ru/activity/results/svedeniya-o-vypolnenii-osnovnykh-pokazatelej-raboty-/2019-god/document/227822> (дата обращения 31.08.2019).
  15. Таможенная служба Российской Федерации в 2019 году. Доступно по: <http://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii/document/230797> (дата обращения 05.11.2020).

## REFERENCES

1. Lehtonen M., Ostojic D., Ilic A., Michahelles F. Securing RFID Systems by Detecting Tag Cloning. 2009;5538:291-308.
2. Enivatova V. A. Digital labeling of alcoholic beverages. *Forum molodyh uchenyh.* 2019;3(31):353-355. (In Russ.)
3. Afonin D. N., Sokolova D. S. The use of radio frequency identification technology (RFID-system) in the fight against counterfeiting and counterfeiting of drugs. *Bulletin of the International Scientific Surgical Association.* 2019; 8.1:12-16. (In Russ.)
4. Lavrinovich A.A. Risks of automation of the state RFID-marking system from the position of information security in the customs authorities of the Russian Federation. *Tamozhennye chteniya – 2019. Nauka i obrazovanie v usloviyah stanovleniya innovacionnoj ekonomiki: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 4-h tt. Vol I. StP.: RIO SPb filiala RTA,* 2019;1:48-53. (In Russ.)
5. Kamaludin H., Mahdin H., Abawajy J.H. Clone tag detection in distributed RFID systems. *PLoS ONE.* 2018;13 (3).



6. Zanetti D., Capkun S., Juels A. Tailing RFID Tags for Clone Detection. *NDSS*. 2013.
7. Akula K. A. RFID tag cloning attack. *Sbornik rabot 74-j nauchnoj konferencii studentov i aspirantov Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta: v 3 chastyah. Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj universitet*. 2017;178-182. (In Russ.)
8. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 11.08.2016 № 787 «O realizacii pilotnogo proekta po vvedeniyu markirovki tovarov kontrol'nymi (identifikacionnymi) znakami po tovarnoj pozicii «Predmety odezhdy, prinadlezhnosti k odezhde i prochie izdeliya, iz natural'nogo mekha» i priznanii utrativshim silu postanovleniya Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 24marta 2016g. N235». Available from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_203253/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203253/) (Accessed 5th November 2020).
9. Lavrinovich A. A. Features of RFID-marking as a means of identification for footwear. *Aktual'nye problemy infotelekkommunikacij v nauke i obrazovanii. VIII Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya i nauchno-metodicheskaya konferenciya; sb. nauch. st. v 4 t.* 2019:403-407. (In Russ.)
10. Reshenie Soveta Evrazijskoj ekonomicheskoy komissii ot 16.07.2012 № 54 «Ob utverzhenii edinoj Tovarnoj nomenklatury vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza i Edinogo tamozhennogo tarifa Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza». Available from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_133133/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133133/) (Accessed 5th November 2020).
11. Fadeeva T. P., Agaeva E. V. On the question of marking fur products with a control identification mark. *Problemy sovremennoj ekonomiki. Sbornik materialov HKHXVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Novosibirsk: OOO «Centr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva»*. 2017:100-105. (In Russ.)
12. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза. Available from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_215315/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/) (Accessed 5th November 2020).
13. Danilova O. T., Savchenko S. O., Kapchuk N. V. Algorithm for constructing a model of an intruder on the example of a physical protection system using game theory and graph theory. *Scientific publishing office of OMSTU*. 2017; 4 (154):115-119. (In Russ.)
14. Otchet ob ispolnenii osnovnyh pokazatelej raboty tamozhennyh organov Rossijskoj Federacii (Za IV kvartal 2019 goda). Available from: <http://customs.gov.ru/activity/results/svedeniya-o-vypolnenii-osnovnyx-pokazatelej-raboty-/2019-god/document/227822> (Accessed 5th November 2020).
15. Tamozhennaya sluzhba Rossijskoj Federacii v 2019 godu. Available from: <http://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii/document/230797> (Accessed 5th November 2020).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Лавринович Александр Андреевич**, аспирант, национальный университет информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург, Российская Федерация.  
e-mail: [lavrinovich.readit@gmail.com](mailto:lavrinovich.readit@gmail.com)

**Aleksandr A. Lavrinovich**, PhD student, Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St-Petersburg, Russian Federation.

**Волошина Наталия Викторовна**, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург, Российская Федерация.

*e-mail:* [nataliy@yandex.ru](mailto:nataliy@yandex.ru)

**Natalia V. Voloshina**, PhD, docent, Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St-Petersburg, Russian Federation.