

УДК 339.543

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДОСМОТРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ**Афонин Д.Н.***Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал
Российской таможенной академии***ON THE ISSUE OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF IMAGE ANALYSIS OPERATORS OF INSPECTION X-RAY MACHINES****Afonin D.N.***St. Petersburg named after V.B. Bobkov Branch of the Russian Customs Academy***Аннотация**

В статье рассмотрены особенности повышения эффективности работы операторов анализа изображений досмотровых рентгеновских аппаратов путем применения предварительно сохраненных изображений запрещенных или ограниченных к перемещению предметов, записанных на основе реально выявленных при осуществлении контроля, для наложения их случайно на объекты контроля. Данная мера позволит искусственно увеличить частоту появления опасных предметов перед операторами анализа изображений и, кроме того, позволит контролировать их работу.

Ключевые слова: операторы анализа изображений, досмотровые рентгеновские аппараты, эффективность, обнаружение, запрещенные и ограниченные к перемещению предметы, опасные предметы, изображение опасных предметов.

Abstract

The article discusses the features of improving the efficiency of the operators of image analysis of inspection X-ray machines by using pre-stored images of prohibited or restricted objects recorded on the basis of those actually identified during control, to impose them randomly on the objects of control. This measure will artificially increase the frequency of the appearance of dangerous objects in front of image analysis operators and, in addition, will allow them to control their work.

Keywords: image analysis operators, inspection X-ray machines, efficiency, detection, prohibited and restricted items, dangerous items, image of dangerous objects.

Ссылка для цитирования: Афонин Д.Н. К вопросу о повышении эффективности работы операторов анализа изображений досмотровых рентгеновских аппаратов // Бюллетень инновационных технологий. – 2023. – Т. 7. – № 3(27). – С. 5-8. – EDN MYOCLT.

Задача выявления предметов, ограниченных или запрещенных к трансграничному перемещению, является сложной по разным причинам [1-4], одна из которых заключается в том, что низкая распространенность предметов, ограниченных или запрещенных к перемещению через таможенную границу, на рентгеновских изображениях приводит к снижению бдительности и, соответственно, обнаружения [5-7]. Для повышения бдительности операторов анализа изображений во всем мире часто используются типовые изображения запрещенных или ограниченных к перемещению предметов (изображения опасных предметов, далее – ИОП), предварительно записанные на основе реально выявленных при осуществлении контроля (threat-image-projection, TIP

или иногда называемые fictional-threat images FTIs) [8-10].

Изображения опасных предметов (в основном пистолетов, ножей и самодельных взрывных устройств) выбираются компьютером для наложения их на изображение объекта контроля (Рис. 1). Считается, что ИОП повышает эффективность работы операторов анализа изображений за счет искусственного увеличения количества опасных предметов. В противном случае запрещенные или ограниченные к перемещению предметы были бы очень редкими, а известно, что редкие цели часто пропускаются [11, 12]. Благодаря тому, что операторы анализа изображений знакомятся с запрещенными предметами, которые им нужно найти на рентгеновских снимках, их



Рис. 1. Процесс формирования изображения на экране досмотрового рентгеновского аппарата при использовании технологии ИОП

работа также становится более интересной и мотивированной [13, 14].

Использование подобных изображений позволяет проверяющим получить обратную связь с операторами анализа изображений, которая в противном случае отсутствует, поскольку реальные угрозы редко возникают на практике. ИОП также используется для измерения эффективности обнаружения ограниченных или запрещенных к перемещению предметов путем вычисления процента обнаруженных элементов угрозы (частота обращений) и процента ложноположительных ответов (частота тревог без ИОП). Обратная связь по результатам работы является неотъемлемым фактором мотивации к работе [15, 16]. Также было показано, что положительное влияние обратной связи на мотивацию в дальнейшем приводит к улучшению когнитивных

функций операторов анализа изображений [4, 17], что позволяет предположить, что ИОП также может повысить эффективность обнаружения предметов запрещенных и ограниченных для перемещения через таможенную границу за счет частого предоставления обратной связи.

Однако ИОП может улучшить обнаружение и быть надежным показателем эффективности обнаружения только в том случае, если они реалистичны. Другими словами, изображение опасного предмета должно выглядеть так, как будто на рентгеновском снимке пассажирской сумки был предмет, представляющий реальную угрозу. В противном случае операторы анализа изображений могли бы – сознательно или неосознанно – сосредоточиться на поиске ИОП, вместо того чтобы находить предметы, представляющие реальную угрозу.

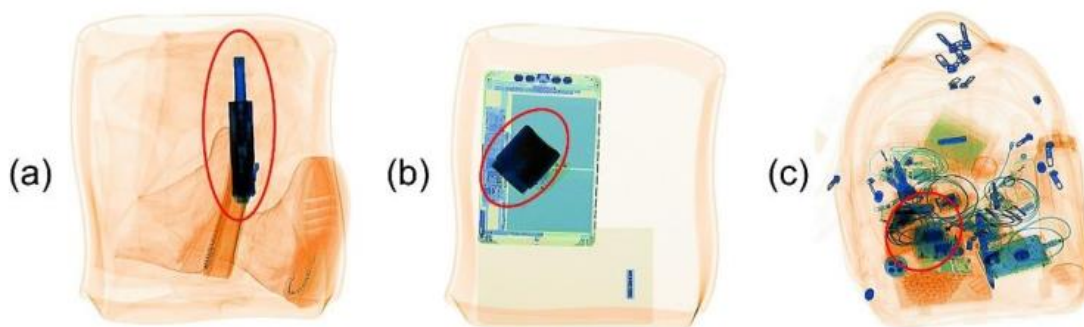


Рис. 2. Примеры нереалистичного (а и б) и реалистичного (с) наложения «опасного предмета» на объект контроля

Эффективность ИОП определяется не только реалистичностью изображений запрещенных или ограниченных к перемещению предметов, но и их «расположением» в объекте контроля (Рис. 2).

Одна из ошибок заключается в неправдоподобном размещении мнимого опасного предмета или несоответствии его другим предметам в сумке (Рис. 3). Например, если, например, самодельное взрывное

предварительно записанные опасные предметы с рентгеновскими изображениями реальных объектов контроля на экране досмотрового рентгеновского аппарата. С этой целью при размещении ИОП необходимо рассчитать, как рентгеновский луч проходит через «опасный предмет» и другие предметы, находящиеся перед ним или за ним, и оценить соответствующую информацию о цвете и яркости полученного изоб-



Рис. 3. Пример неудачного (слева) и удачного (справа) наложения «опасного предмета» на объект контроля с точки зрения его несоответствия другим находящимся в нем предметам

устройство размещено таким образом, что кажется, что оно проходит через стенку сумки. Такое размещение физически неправдоподобно и покажется нереалистичным. Кроме того, если изображение опасного объекта имеет другое расположение, чем остальные предметы в его окружении (например, на рентгеновском снимке аккуратно упакованного пакета все предметы могут иметь горизонтальную ориентацию, в то время как «опасный предмет» наклонен на 45° и поэтому выглядит нереалистично).

Вторая ошибка связана со слиянием изображений. ИОП должен объединить

ражения. Если этот расчет неточен, цвет и яркость «опасного предмета» могут показаться нереалистичными. Кроме того, если изображение «опасного предмета» отредактировано, например, при масштабировании, может возникнуть риск того, что его края будут выглядеть иначе, чем у других элементов на рентгеновском снимке.

Оптимальным является формирование базы «опасных предметов» в нескольких проекциях и при использовании многопроекционных досмотровых рентгеновских аппаратов наложении их на соответствующие проекции объекта контроля (Рис. 4).



Рис. 4. Пример наложения двух проекций пистолета на две проекции объекта контроля при использовании досмотрового рентгеновского аппарата

Таким образом, одним из путей повышения эффективности работы операторов анализа изображений досмотровых рентгеновских аппаратов (а также, инспекционно-досмотровых комплексов и рентгеновских сканеров персонального досмотра), на наш взгляд является применение изображений запрещенных или ограниченных к переме-

щению предметов, предварительно записанных на основе реально выявленных при осуществлении контроля, для наложения их случайно на объекты контроля. Данная мера позволит искусственно увеличить частоту появления опасных предметов перед операторами анализа изображений и, кроме того, позволит контролировать их работу.

Список литературы

1. Biggs A.T., Mitroff S.R. Improving the efficacy of security screening tasks: A review of visual search challenges and ways to mitigate their adverse effects // *Appl. Cogn. Psychol.* 2015. Vol. 29, pp. 142–148.

2. Donnelly N., Muhl-Richardson, A., Godwin H.J., Cave K.R. Using eye movements to understand how security screeners search for threats in x-ray baggage // *Vision.* 2019. Vol. 3, pp. 24.

3. Schwaninger A. Threat Image Projection: Enhancing performance? // *Aviat. Secur. Int.* 2006. Vol. 13, pp. 36–41.

4. Buser D., Sterchi Y., Schwaninger A. Why stop after 20 minutes? Breaks and target prevalence in a 60-minute X-ray baggage screening task // *Int. J. Ind. Ergon.* 2020. Vol. 76, pp. 102–197.

5. Afonin D.N., Afonin P.N. Biomechanics of Professional Pathology of the Spine in Operators of X-ray Cargo-Vision Systems // *Proceedings of 2022 25th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2022: 25, St. Petersburg, 25–27 мая 2022 года. St. Petersburg, 2022. P. 266–268. EDN YJMNQX.*

6. Godwin H.J., Menneer T., Cave K.R., Donnelly N. Dual-target search for high and low prevalence X-ray threat targets // *Vis. Cogn.* 2010. Vol. 18, pp. 1439–1463.

7. Wolfe J.M., Horowitz T.S., Van Wert M.J. et al. Low Target Prevalence Is a Stubborn Source of Errors in Visual Search Tasks // *J. Exp. Psychol. Gen.* 2007. Vol. 136, pp. 623–638.

8. Hofer F., Schwaninger A. Using threat image projection data for assessing individual screener performance // *WIT Trans. Built Environ.* 2005. Vol. 82, pp. 417–426.

9. Skorupski J., Uchroński P. A Human Being as a Part of the Security Control System at the Airport // *Procedia Eng.* 2016. Vol. 134, pp. 291–300.

10. Meuter R.F.I., Lacherez P.F. When and Why Threats Go Undetected: Impacts of Event Rate and Shift Length on Threat Detection Accuracy during Airport Baggage Screening // *Hum. Factors.* 2016. Vol. 58, pp. 218–228.

11. Wolfe J.M., Horowitz T.S., Kenner N.M. Rare targets are often missed in visual search // *Nature.* 2005. Vol. 435, pp. 439–440.

12. Wolfe J.M., Brunelli D.N., Rubinstein J., Horowitz T.S. Prevalence effects in newly trained airport checkpoint screeners: Trained observers miss rare targets, too // *J. Vis.* 2013. Vol. 13, No. 33 (3), pp. 1–9.

13. Афонин Д. Н., Афонин П.Н. Исследование психофизиологических факторов, определяющих эффективность деятельности операторов анализа изображений // *Bulletin of the International Scientific Surgical Association.* 2017. Т. 6, № 1. С. 26–28. EDN XYBLZP.

14. Schwaninger A. Threat image projection: Enhancing performance? // *Aviat. Secur. Int.* 2006, pp. 36–41.

15. Humphrey S.E., Nahrgang J.D., Morgeson F.P. Integrating Motivational, Social, and Contextual Work Design Features: A Meta-Analytic Summary and Theoretical Extension of the Work Design Literature // *J. Appl. Psychol.* 2007. Vol. 92, pp. 1332–1356.

16. Hackman R., Oldham G.R. Motivation through the design of work: Test of a theory // *Organ. Behav. Hum. Perform.* 1976. Vol. 16, pp. 250–279.

17. Roach G.D., Lamond N.; Dawson D. Feedback has a positive effect on cognitive function during total sleep deprivation if there is sufficient time for it to be effectively processed // *Appl. Ergon.* 2016. Vol. 52, pp. 285–290.

Поступила в редакцию 12.06.2023

Сведения об авторе:

Афонин Дмитрий Николаевич – профессор кафедры таможенных операций и таможенного контроля Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии, доктор медицинских наук, доцент, e-mail: dnafonin@gmail.com

