

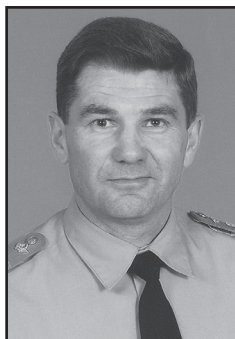


Многопараметрическая оценка деятельности операторов интроскопов



Владимир ИОНОВ
Vladimir V. IONOV

Владимир КУРЧАВОВ
Vladimir V. KURCHAVOV



Ионов Владимир Васильевич — кандидат технических наук, доцент кафедры естественно-научных дисциплин Ульяновского высшего училища гражданской авиации (института), Ульяновск, Россия.

Курчавов Владимир Вадимович — начальник центра мониторинга качества обучения, старший преподаватель Ульяновского высшего училища гражданской авиации (института), Ульяновск, Россия.

Главная особенность деятельности оператора рентгенотелевизионного интроскопа состоит в том, что она осуществляется не с реальным объектом, а его информационной моделью. Авторами журнальной публикации предложен вариант многопараметрической оценки профессиональной операторской работы интроскописта с учетом специфики восприятия визуальной информации с экрана монитора. Этот метод облегчает создание аттестационных программ, проведение тестирования знаний в области транспортной безопасности, а также выбор оценочных критериев и принципов моделирования обучающих средств.

Ключевые слова: гражданская авиация, перевозки, воздушное судно, аэропорт, оператор интроскопа, информационная модель, информационное поле, многопараметрическая оценка.

В условиях реальной угрозы совершения террористических актов обеспечение транспортной безопасности остается одной из первостепенных задач. Анализ статистических данных по видам транспорта показывает отсутствие тенденции к снижению количества актов незаконного вмешательства (АНВ) в перевозочную деятельность (рис. 1) [1–4].

Наиболее наглядно рост количества АНВ виден на примере авиатранспорта при попытке проноса пассажирами на борт воздушного судна (ВС) опасных веществ и предметов (ОВП). Так, в 2012 году было досмотрено 49 млн человек и при этом пресечено 68 тыс. нарушений правил транспортной безопасности (рис. 2) [3].

Основным звеном в общей системе досмотра закономерно стал специалист, работающий на рентгенотелевизионном интроскопе (РТИ).

В соответствии с правилами проведения предполетного и послеполетного досмотров сотрудник группы контроля (специалист по досмотру № 3) определяет содержимое вещей по теневому изо-



Рис. 1. Статистические данные об актах незаконного вмешательства в деятельность транспорта в 2008–2013 годы.

Pic. 1. Statistics on acts of unlawful interference with transport activity in 2008–2013.

бражению на экране РТИ, останавливает транспортер при обнаружении ОВП, сообщает об этом старшему пункта и сотруднику органов внутренних дел, принимает решение об изъятии ОВП и допуске вещей пассажира в стерильную зону [5]. Впрочем, правилами определено, что непрерывное наблюдение специалистом за изображением на экране РТИ не должно превышать 20 минут с перерывом не менее 40 минут, поэтому в течение всей смены в пункте досмотра осуществляется ротация людей на рабочих местах. То есть все сотрудники группы досмотра обязаны уметь профессионально работать на интроскопе, что требует специальной подготовки и соответствующих навыков.

Важно отметить, что вопросы подготовки операторов РТИ актуальны и для других видов транспорта. В частности, до конца 2013 года на 35 железнодорожных вокзалах планировалось ввести в действие свои зоны досмотра, для чего закупалось более 180 интроскопов и шла организация обучения и аттестации необходимого числа специалистов.

Согласно постановления правительства РФ от 6.08.2013 года № 670 предусматривалась разработка правил проведения проверки соответствия лиц из числа персонала гражданской авиации, претендующих на получение свидетельств, позволяющих выполнять установленные профессиональные функции [6]. К таким лицам целесообразно отнести и инспек-

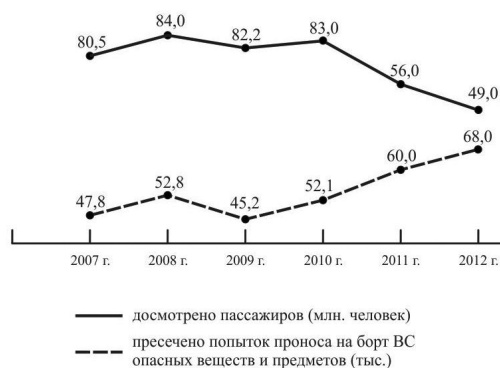


Рис. 2. Соотношение количества досмотренных пассажиров и попыток проноса на борт ВС опасных веществ и предметов.

Pic. 2. Ratio of the number of checked passengers and attempts to bring dangerous substances and articles on board of aircrafts.

торов по досмотру, работающих на интроскопах.

Важным элементом системы профессиональной подготовки оператора РТИ являются критерии оценки его деятельности в процессе интерпретации рентгеновского изображения.

В руководстве по авиационной безопасности для оценки умения оператора РТИ распознавать ОВП на рентгеновском изображении при проверке багажа пассажиров рекомендуется проводить экзамен с использованием ряда предметов, включающих несколько ограниченных и запрещенных к перевозке, в дополнение к изображениям «чистого багажа». При этом период времени, отводимый для интерпретации изображения, должен быть сопоставим с продолжительностью проверки в реальных условиях [7].

Кроме того, в руководстве даны рекомендации по применению методов оценки способности оператора интерпретировать рентгеновские изображения. К таким методам относятся: негласные испытания (тестирование на проникновение), проецирование изображения опасного предмета (ПИОП) и тестирование с помощью компьютерных иллюстраций.

Негласные испытания и данные ПИОП в качестве метода оценки приемлемы лишь в том случае, если соблюдены требования надежности, для чего необходимо проведение большого числа тестов одного и того же оператора. Затем результаты тестов



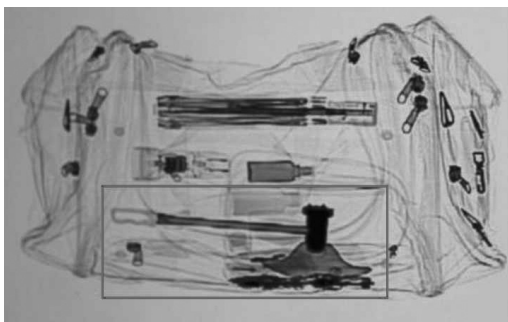


Рис. 3. Геометрический образ кухонного топорика в багаже (G).

Pic. 3. Geometric image of a cleaver in luggage (G).

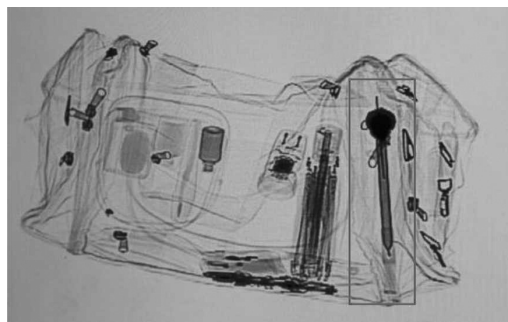


Рис. 4. Изменение ориентации топорика по отношению к нормальной точке зрения (Y).

Pic. 4. Reorientation of a cleaver with respect to a normal point of sight (Y).

следует скомпоновать в сводном виде по годам, чтобы получить достаточно объемную выборку, позволяющую провести действенный анализ. Поэтому компьютерное тестирование является возможным методом единообразной оценки способности интерпретировать рентгеновские изображения.

Главная особенность деятельности оператора РТИ заключается в том, что она осуществляется не с реальным объектом, а его информационной моделью. Информационная модель представляет собой организованное в соответствии с определенной компьютерной программой выдаваемое на средство отображения информации теневое рентгеновское изображение содержимого исследуемого объекта. Информационная модель является источником информации, пользуясь которой контролер оценивает ситуацию и принимает решение [8–9].

Исходя из изложенного, критериями оценки эффективности деятельности оператора РТИ целесообразно считать:

- частоту попаданий (P^*) – правильное определение того, что на рентгеновском изображении имеются запрещенные к перевозке предметы (сигнал об «угрозе»);
- частоту ошибок (P_0) – сигнал «об угрозе» по изображению, не содержащему запрещенного предмета («ложная тревога»);
- затраты времени на обнаружение (T) – время, затрачиваемое оператором на обработку одного места багажа.

В свою очередь, переменные P^* , P_0 и T зависят от факторов, содержащихся в информационной модели:

- общее число элементов информационного поля (N) – количество исследуемых объектов в багаже пассажира;
- оперативный объем информационного поля (Z) – конкретное число ОВП, находящихся в багаже;
- сложность информационного поля (M).

Математически такие зависимости можно представить в общем виде:

$$P^* = f_1(N, Z, M)$$

$$P_0 = f_2(N, Z, M)$$

$$T = f_3(N, Z, M)$$

Геометрически эти зависимости можно интерпретировать как отображение из пространства с координатами $\{N, Z, M\}$ в пространство с координатами $\{P^*, P_0, T\}$. Наиболее простым из таких отображений является линейное (с постоянными коэффициентами a_{ij}):

$$\begin{pmatrix} P^* \\ P_0 \\ T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ Z \\ M \end{pmatrix} \quad (1)$$

На сложность информационного поля M влияют такие факторы, как (рис. 3–6):

- цветное изображение объекта (C);
- геометрический образ объекта (G);
- ориентация объекта (Y);
- оверлейность изображений (W);
- сложность объекта (R).

Рассматривая добавочную зависимость как линейную (с коэффициентами b_k), можно написать:

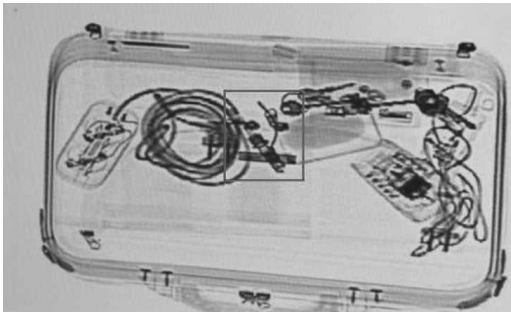


Рис. 5. Оверлейность изображений (удлинитель и запал от гранаты (W)).

Pic. 5. Overlay image (extension and fuse assembly of a grenade (W)).

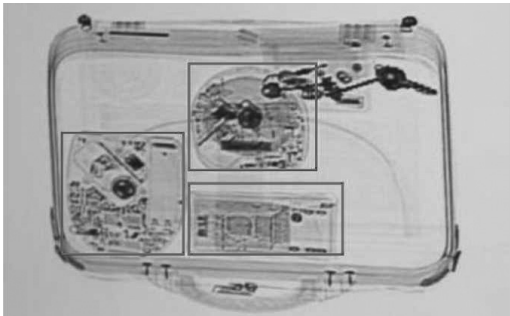


Рис. 6. Сложность объекта (устройство чтения CD-дисков, калькулятор, плеер (R)).

Pic. 6. Complexity of an object (CD ROM device, calculator, player (R)).

Таблица 1/Table 1

Экспертные оценки факторов
Expert evaluation of factors

№ п/п	Цветовое изображение объекта (C) Color image of an object (C)	Геометрический образ объекта (G) Geometric image of an object (G)	Ориентация объекта (Y) Orientation of an object (Y)	Оверлейность изображений (W) Overlay image (W)	Сложность объекта (R) Complexity of an object (R)
1.	1	2	6	7	6
2.	2	3	7	8	7
3.	2	3	6	8	8
4.	2	4	8	9	6
5.	3	3	7	7	7
6.	1	2	6	8	8
7.	1	4	8	8	9
8.	2	3	7	7	7
9.	2	2	6	7	8
10.	1	1	5	7	8
11.	1	3	6	8	7
12.	2	2	7	9	7

$$M = b_1 \cdot C + b_2 \cdot G + b_3 \cdot Y + b_4 \cdot W + b_5 \cdot R \quad (2)$$

Используя матричную интерпретацию линейной зависимости (2), столбец трех факторов нетрудно представить как:

$$\begin{pmatrix} N \\ Z \\ M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ Z \\ C \\ G \\ Y \\ W \\ R \end{pmatrix}$$

Отсюда (3).

Геометрически полученное матричное уравнение можно интерпретировать как линейное отображение факторов из 7-мерного пространства с координатами {N, Z, C, G, Y, W, R} в 3-мерное пространство критериев эффективности деятельности оператора РТИ с координатами {P*, P₀, T}.

14 коэффициентов этого отображения в линейном приближении — $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{31}, a_{32}, a_{33}, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ можно оценить, используя результаты экспертной оценки зависимостей (1) и (2).



Многопараметрическая оценка деятельности оператора
Multiparameter evaluation of operator's activity

№ п/п	Критерии <i>Criteria</i>	Практический стаж работы на РТИ Practical experience on X-ray television introscope		
		до 1 года less than 1 year	1–2 года 1–2 years	более 2 лет more than 2 years
1.	Количество предъявляемых изображений (с учетом сложности информационного поля (C, G, Y, W, R)) <i>Number of imposed images (depending on the complexity of the information field (C, G, Y, W, R))</i>			
2.	Процент отбора изображений (процентная доля каждой категории ОВП – ВВ/СВУ/Ж или другое) <i>Percentage of image selection</i>			
3.	Коэффициент багажа (частота ОВП по отношению к количеству мест багажа, проходящего через РТИ) <i>Luggage ratio (dangerous substances and articles rate relative to the number of bags passing through X-ray television introscope)</i>			
4.	Диапазон диверсификаций (не позволяет оператору путем простого подсчета количества мест багажа прогнозировать появление очередного ОВП, например, +/- 10) <i>Range of diversifications (not allowing the operator by simply counting the number of pieces of baggage predict the appearance of dangerous substances and articles, for example, + / - 10)</i>			
5.	Затраты времени на обнаружение (Т) Time required for detection (T)			
6.	Частота попаданий (Р*) Frequency of right interpretation (P *)			
7.	Частота ошибок (Ро) Frequency of errors (Ro)			

$$\begin{pmatrix} P^* \\ P_0 \\ T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ Z \\ M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ Z \\ C \\ G \\ Y \\ W \\ R \end{pmatrix}$$

ИЛИ

$$\begin{pmatrix} P^* \\ P_0 \\ T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \cdot b_1 & a_{13} \cdot b_2 & a_{13} \cdot b_3 & a_{13} \cdot b_4 & a_{13} \cdot b_5 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \cdot b_1 & a_{23} \cdot b_2 & a_{23} \cdot b_3 & a_{23} \cdot b_4 & a_{23} \cdot b_5 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \cdot b_1 & a_{33} \cdot b_2 & a_{33} \cdot b_3 & a_{33} \cdot b_4 & a_{33} \cdot b_5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} N \\ Z \\ C \\ G \\ Y \\ W \\ R \end{pmatrix} \quad (3)$$

В таблице 1 приведены экспертные оценки факторов C, G, Y, W, R, влияющих на сложность информационного поля. Определим их как математическое ожидание оценок. Они даны в шкале целых чисел (0–9), максимальное значение оценки фактора – 9. Вектор математических ожиданий: M (1.67 2.67 6.58 7.75 7.33).

Оценку сложности информационного поля произведём по математическому ожиданию оценок факторов, считая коэффициенты b_i равными единице. Такой подход не противоречит общей концепции определения информационного поля, упрощая вычисления на данном этапе исследований. Тогда получим оценку сложности информационного поля: $M_x = 5,2$.

Очевидно, что этот параметр вычислен в такой же шкале, что и определяющие его факторы. Для оценки достоверности измерений с помощью экспертов желательно определять систематические и случайные смещения, влияющие на оценки информационного поля [10]. Вычислим дисперсии оценок факторов относительно их математических ожиданий: D_i (0.390.720.7430.520.72).

Тогда оценки среднеквадратичных отклонений будут определять случайные смещения оценок факторов: σ_i (0.6240.848 0.8620.7210.848).

Дисперсии оценок факторов, вычисленные относительно математического ожидания сложности информационного поля, будут определять оценки суммарных смещений факторов, включающих систематические и случайные составляющие: D_x (12.8737.142.6577.0235.27).

Систематическое смещение оценок факторов характеризуется квадратом разности математических ожиданий оценки сложности информационного поля и оценки отдельного фактора.

$$D_x = D_i + (m_i - M_x)^2. \quad (4)$$

Доверительные интервалы оценок факторов и сложности будем рассчитывать для доверительной вероятности, равной 0,95. Тогда оценка сложности информационного поля окажется накрыта интервалом (5,2±0,67), а оценки отдельных факторов

станут накрываться доверительными интервалами: (1.67±0.35; 2.67±0.48; 6.58±0.49; 7.75±0.4; 7.33±0.48).

Таким образом, с помощью интервальных оценок были измерены следующие факторы информационного поля:

- цветовой образ объекта C (1,32–2,02);
- геометрический образ объекта G (2,19–3,15);
- ориентация объекта Y (6,09–7,07);
- оверлейность изображений W (7,35–8,15);
- сложность объекта R (6,85–7,81).

Сложность информационного поля определяется интервалом (4,53–5,87).

ВЫВОДЫ

Используя данную методику, возможна разработка программы для аттестации операторов РТИ на основе многопараметрической оценки их профессиональной деятельности с учетом особенностей восприятия визуальной информации с экрана монитора. Вариант многопараметрической оценки деятельности оператора с учетом стажа практической работы на РТИ представлен в таблице 2.

В свою очередь, для установления числовых значений критериев, компетентным органам в области транспортной безопасности необходимо провести тестирование репрезентативной группы операторов РТИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об итогах контрольно-надзорной деятельности ФСНСТ и ее территориальных управлений в 2012 году и задачах на 2013 год: Постановление расширенного заседания коллегии Ространснадзора от 5.03.2013 г. № 1.
2. Об итогах работы Ространснадзора в 2010 году и задачах на 2011 год: Доклад руководителя Федеральной службы по надзору в сфере транспорта на расширенном заседании коллегии от 1.03.1011 г.
3. Об итогах работы ФАВТ в 2012 году и основных задачах на 2013 год: Постановление заседания коллегии Росавиации от 4.03.2013 г.
4. Терроризм и безопасность на транспорте. Сборник материалов X международной научно-практической конференции. 16–17 февраля 2011 г. / Под. ред. Н. В. Николаевой. – М.: Юриспруденция, 2012. – 299 с.
5. Об утверждении «Правил проведения предполетного и послеполетного досмотров». Приказ министерства транспорта РФ от 25.07.2007 г. № 104.
6. Об утверждении «Правил проведения проверки соответствия лиц, претендующих на полу-





чение свидетельств, позволяющих выполнять функции членов экипажа гражданского ВС, сотрудников по обеспечению полетов ГА, функции по техническому обслуживанию ВС и диспетчерскому обслуживанию воздушного движения, требований федеральных авиационных правил, а также выдачи таких свидетельств лицам из числа специалистов авиационного персонала ГА. Постановление правительства РФ от 6.08.2013 г. № 670.

7. Руководство по авиационной безопасности: Дос. 8973. — 8-е изд. — Монреаль: ICAO, 2011.

8. Курчавов В. В. Основные показатели деятельности оператора рентгенотелевизионной установки в режиме информационного поиска//

Научный вестник УВАУ ГА. — 2012. — № 4. — С. 52–54.

9. Курчавов В. В. Определение основных показателей деятельности оператора рентгенотелевизионной установки в режиме информационного поиска // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития: Труды III международной научно-практической конференции, 1–2 ноября 2012 г.: В 2 т. — Ульяновск: УлГУ, 2012. — Т. 1. — С. 292–297.

10. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для вузов 8-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2003. — 405 с.

MULTIPARAMETER ASSESSMENT OF INTROSCOPE'S OPERATORS ACTIVITY

Ionov, Vladimir V. — Ph.D., assistant professor of natural sciences department of Ulyanovsk Higher Civil Aviation School (Institute), Ulyanovsk, Russia.

Kurchavov, Vladimir V. — head of center for monitoring of training quality, senior lecturer of Ulyanovsk Higher Civil Aviation School (Institute), Ulyanovsk, Russia.

ABSTRACT

The main feature of activity of an operator of X-ray introscope is that it is carried out not with a real object, but with its information model. The authors propose a variant of a multiparameter evaluation of professional work of an operator- introscopist taking into account perception specificity of visual information from the monitor screen. This method facilitates the creation of certification programs, conducting tests of knowledge in the field of transport safety, as well as the choice of evaluation criteria and principles of simulation of training tools.

ENGLISH SUMMARY

Background. In the conditions of a real threat of terrorist acts, ensuring transport safety remains a high priority.

Objectives. The study is to establish criteria of multiparameter assessment of introscope operators in civil aviation.

Methods. The authors use statistical analysis of data, training contents, skill requirements.

Results. Analysis of statistical data on types of transport does not show any tendency to reduce the number of acts of unlawful interference (AUI) in transport activity (Pic. 1) [1–4].

The increase in the number of AUI is most vividly demonstrated on the example of air transport when passengers try to carry on the aircraft dangerous substances and articles. Thus, in 2012 49 million people were checked, while 68 thousand violations of transport safety were prevented (Pic. 2) [3].

The main element in the overall inspection system naturally became a specialist working on X-ray television introscope.

In accordance with the rules of the preflight and post-flight inspections worker of a control group (inspection specialist № 3) defines the contents of the things according to their shadow images on the screen of X-ray television introscope, stops the conveyor when he detects dangerous substances and articles, let the senior official of inspection zone and law enforcement official know about this fact, makes a decision on withdrawal of dangerous substances and articles and admission of things of the passenger to the sterile zone [5]. However the rules determine that continuous monitoring of one specialist should not exceed 20 minutes with

a break of at least 40 minutes, so during the entire shift in the inspection zone there is a rotation of people in their workplaces.

Importantly, the issues of training of X-ray television introscope operators are relevant to other modes of transport. In particular, by the end of 2013 it had been planned to put into operation inspection zones at 35 railway stations and over 180 introscope were bought and training and certification of specialists was organized.

The RF Government Decree of 06.08.2013, № 670 provides for the development of rules for checking the conformity of persons belonging to civil aviation personnel, who aim to obtain certificates, which make it possible to perform professional functions [6]. Such persons should include inspection specialists working with introscope.

Important elements of the training system of X-ray television introscope operator are criteria for evaluation of his activity in the interpretation of X-ray image.

The guide to aviation security to assess the ability of the X-ray television introscope operator to recognize dangerous substances and articles on the X-ray image while checking passengers' luggage, recommends conducting an examination using a variety of items, including several restricted and prohibited for carriage, in addition to images of «pure baggage». The period of time allowed for the interpretation of the images should be comparable with the duration of a real inspection. [7]

In addition, the guide provides recommendations on the application of methods to assess the operator's ability to interpret X-ray images. These methods include: silent testing (penetration testing), projection of dangerous item image and testing with computer illustrations.

The main feature of the X-ray television introscope operator's activity is that it is carried out not with a real object, but with its information model. Information model is a source of information, using which the inspector evaluates the situation and makes decisions [8–9].

Based on the above, criteria for evaluation of effectiveness of X-ray television introscope operator should be:

- frequency of right interpretation (P^*) — the correct determination that an X-ray image contains prohibited items (signal about the «threat»);