

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПО ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ВЫБОРЕ ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

In article is described the importance of technical systems of safety in system of physical protection of objects energy. This is offered the advanced hybrid method on support of decision taking up a choice of type of a turnstile on their technical characteristics.

Беспрецедентные трансформации в мире, свидетелями которых мы являемся, способствовали доктрине безопасности изменить представления о безопасности нормального функционирования сложных технологических промышленных объектов. Главными событиями и дискуссиями среди лиц, отвечающие за промышленную безопасность сложных объектов энергетики стали радикальные переосмысления места и роли технической охраны для сложных потенциально опасных объектов энергетики, таких как:

- атомные электростанции (АЭС)
- гидроэлектростанции (ГЭС)
- тепловые электростанции (ТЭС)
- электростанции, использующие альтернативные источники энергии.

Эти дискуссии являются предметом того, что построенная ранее методология построения безопасности промышленных объектов со сменой на другую экономическую формацию в бывших союзных республиках СССР уже утратила свою актуальность. С каждым годом на территории Украины возрастают угрозы вооруженного нападения на сложные технологические объекты энергетики (СТОЭ). Последствия от этих акций могут быть непредсказуемыми. Следует заметить, что помимо перечисленных объектов энергетики сюда входят и другие объекты энергетической отрасли, перечень которых приведен в [1]. Согласно выше указанного документа должны проводится организационно-технические мероприятия направленные на повышение безопасности нормального функционирования указанных объектов энергетики по следующим задачам: охрана материально технических ресурсов и информации, которые содержат государственную тайну на заданном СТОЭ, охрана по внешнему периметру СТОЭ, соблюдение норм по контрольно-пропускному и внутриобъектовому режиму охраны на СТОЭ, охрана заданных объектов энергетики от несанкционированного проникновения (на территорию, контролируемые помещения) нарушителя заданной категории, контроль по перемещению на территории СТОЭ обслуживающего персонала, контроль по перемещению

имущества на территории СТОЭ и за его пределами.

С этой целью на заданных объектах энергетики вводится дополнительный штат обслуживающего персонала в качестве военизированной ведомственной охраны. При этом данному подразделению поставлены такие задачи: обнаружение, предупреждение, запрещение на несанкционированное проникновение на СТОЭ, контроль за выносом наиболее ценного имущества за пределы СТОЭ, контроль по использованию наиболее ценного имущества обслуживающим персоналом на СТОЭ, пресечение организационно – технических мероприятий, направленных на прекращение нормального функционирования СТОЭ, управления некоторыми мероприятиями при возникновении внештатной ситуации (например, угроза при проникновении) на СТОЭ.

Для облегчения выполнения указанных задач, стоящих перед ведомственной военизированной охраной рекомендуются внедрять и эксплуатировать технические средства охраны, объединенные в единый автоматизированный комплекс технических средств охраны и пожарной безопасности. Этот комплекс должен включать следующие технические подсистемы: периметровые средства обнаружения, объектовые средства обнаружения, системы контроля и управления доступом (СКУД), системы видеонаблюдения (включает в себя видеонаблюдение и детектирование (контроль) отдельных зон наблюдения), системы тревожной сигнализации, системы пожарной сигнализации, системы раннего обнаружения возникновения аварийных ситуаций.

При внедрении данных комплексов безопасности позволит значительно снизить риск возникновения чрезвычайной ситуации от возможных террористических нападений и умышленных несанкционированных проникновений на территорию охраняемого объекта энергетики. На сегодняшний день неотложной проблемой является потребность поиска путей совершенствования или внедрения перспективной технической системы охраны на СТОЭ, которая опиралась бы на современные достижения науки и техники. При этом внедряемые перспективные системы безопасности на СТОЭ, должны быть надежными и удовлетворяющими научно обоснованным современным требованиям.

Из выше сказанного следует заметить, что в первую очередь следует оснащать СТОЭ системами безопасности представляющей собой СКУД. Сама СКУД это большая техническая система, состоящая из множества элементов, которые взаимодействуют между собой по – разному. В этой системе происходят разные процессы работы входящих элементов в СКУД. При этом следует заметить, что для каждого объекта энергетики протекающие процессы внутри системы безопасности разные и отличаются от конкретного объекта энергетики.

СКУД сама по – себе – это сложная техническая система. Она включает в себя множество разнотипных элементов. Ниже приведем основные элементы, составляющие перспективную структуру СКУД:

- устройства управления – (радиоэлектронные устройства, называемые контроллерами);
- запирающие устройства (замки электромеханические или магнитные, электромеханические защелки) – исполнительные устройства;
- преграждающие инженерно-технические устройства, одновременно являющиеся средством пропуска персонала или транспорта (дверь, турникет, шлюзовая кабина, тамбур, шлагбаум, физические барьеры и т.д.);
- устройства ввода идентификационных признаков (УВИП) (считыватели и идентификаторы, панели ввода PIN – кода);
- досмотровая аппаратура (например, металлодетекторы);
- устройства контроля за функциональным состоянием инженерных преград (датчики различных типов);
- сетевое оборудование;
- подсистема электропитания, в т.ч. аварийное электропитание;
- компьютеры для управления СКУД с соответствующим программным обеспечением верхнего уровня (настройка, мониторинг и оперативное управление правами доступа обслуживающего персонала объекта);
- сервисное оборудование, служащее для контроля, обновления, перепрограммирования идентификаторов и считывателей.

Турникет – представляет собой один из составных элементов СКУД. Через него осуществляется проход на территорию объекта энергетики. Перед проведением монтажных работ по установке турникета необходимо провести проектные работы. Оно заключается в том, что выбирают рациональный тип турникета из некоторых типов. При грамотном проектировании заданного типа турникета на контрольно-пропускном пункте послужит серьезной преградой для лиц, пытающихся незаконно проникнуть на территорию объекта. Но очень часто специалисты, которые проектируют технические системы безопасности, ошибаются при утверждении технического задания по внедрению этих систем на конкретные объекты энергетики. И данные ошибки обнаруживаются в процессе эксплуатации этих систем безопасности на соответствующих объектах энергетики. Данные ошибки могут привести к ниже приведенным последствиям на заданном СТОЭ, а именно: авариям, катастрофам, чрезвычайным ситуациям. При этом могут возникнуть такие ситуации на конкретном СТОЭ [2]:

- полное прекращение функционирования объекта энергетики;
- временное прекращение функционирования объекта энергетики;
- снижение производственных мощностей объекта энергетики;
- запрещение (ввод ограничений) государством выполнения объектом энергетики основной функции вследствие оказания им вреда окружающей среде;
- навязывание объекту выполнения несвойственных ему функций в интересах нарушителей;

- потеря вырабатываемой продукции;
- потеря технологического оборудования.

Для сведения к минимуму человеческого фактора в ошибке проектирования технических систем безопасности должны применяться совершенно новые математические модели, описывающие функционирование этих систем безопасности с учетом предполагаемых моделей нарушителей и угроз с привязкой к данному объекту энергетики.

В данной статье на примере рассматриваемых разных типов турникетов (типы приводятся ниже) предлагается методика по рациональному выбору для дальнейшего использования выбранного турникета на заданном объекте энергетики. Задача стоит в следующем: выбрать рациональный тип турникета из рассматриваемых альтернативных типов турникетов при учете их технических характеристик (ТХ). Для достижения поставленной цели предлагается применить гибридный математический метод по поддержке принятия решения. Этот метод опирается на широко известные математические методы: балльный метод, метод Уэя [5]. Перечисленные методы были автором усовершенствованы. Усовершенствования данных методов приводится ниже.

Следует заметить, что ни один из известных математических методов, применяемых для выбора определенного объекта из возможных альтернативных вариантов не может с некоторой точностью гарантировать принятия правильного решения. Это связано с тем, что участвующие в этом процессе эксперты используют сложный объект (например, турникет) как одну ТХ, представляющую собой как одну структурную единицу информации. И в эту единицу информации входят разные наборы и количественные значения ТХ, присущих данному объекту [6]. Поэтому для устранения данных недостатков был предложен гибридный математический метод с некоторыми усовершенствованиями, который устраняет эти недостатки, а следовательно повышает эффективность применения.

Для оптимального выбора конкретного типа турникета, который бы мог быть пригодным на данном объекте энергетики из некоторых альтернативных типов предлагается использовать разработанный автором данной статьи математический аппарат. Этот аппарат опирается на получение безразмерного значения, характеризующее ранжируемую степень пригодности использования рассматриваемых типов турникетов на конкретном сложном объекте энергетики. В качестве входных параметров выступают ТХ типов турникетов. Нами были выбраны такие ТХ:

- место нахождения (уличное или в помещении);
- легкость монтажа турникета (очень тяжелое, тяжелое, средней тяжести, среднее, легкое);
- легкость соединения с считывателями (градации как и в предыдущем пункте);
- предусмотренность антипаники (нет, ручное, автономное, с СКУД);

- степень защиты от преодоления (очень низкая, низкая, среднее, труднопреодолимая, непреодолимая);
- вандалостойкость (очень низкая, низкая, среднее, высокостойкая, очень стойкая);
- управляемость от СКУД (нет, автономное, с СКУД, интегрируемая с АКТСО).

В скобках указывается возможная градация соответствующих ТХ. В качестве рассматриваемых типов турникетов предлагается такой перечень: роторный, короткая головка, длинная головка, овальный, прямоугольный, на одной стойке, на двух стойках, прямоугольный на узкой стойке, прямоугольный на широкой стойке. Все эти типы турникетов входят в группу основных турникетов.

Усовершенствования для бального метода заключаются в следующем:

- многоиерархическая обработка технических характеристик (ТХ);
- учитывается приоритет важности ТХ;
- учитывается количество градаций при определении соответствующей ТХ;
- учитывается два типа ТХ: когда некоторая группа ТХ должна стремиться к максимуму, а другая группа ТХ стремиться к минимуму;
- учитываются бальные оценки, даваемые группой экспертов;
- учитываются значения, характеризующие профессиональный уровень каждого эксперта;
- суммарная бальная оценка всегда будет находиться в диапазоне [0..1].

При этом суммарный полученный результат характеризует степень пригодности рассматриваемого типа турникета на заданном КПП, который рассчитывается по формуле:

$$S_{bal} = \frac{1}{2} (S_{bal,min} + S_{bal,max}), \quad (1)$$

$\{S_{bal,min}, S_{bal,max}\}$  вычисляются такой зависимостью [3, 4]:

$$S_{bal,min} = \sum_{a=1}^A \alpha_{a,sum} \sum_{b=1}^{B_a} \beta_{b,sum} \frac{1}{Max\_bal * C_b} \sum_{c_b=1}^{C_b} \eta_{c_b,sum} \frac{Max\_bal}{d_{c_b}} a_{sum,c_b}, \quad (2)$$

где  $A$  – количество составных элементов входящих в СКУД на первом уровне иерархии;

$B_a$  – количество элементов входящих в  $a$  –ый составной элемент находящиеся на втором уровне иерархии;

$C_b$  – количество ТХ входящих в  $a$  –ый составной элемент для  $b$ - ой ТХ находящиеся на третьем уровне иерархии;

$\{\alpha_{a,sum}, \beta_{b,sum}, \eta_{c_b,sum}\}$  – средние значения весовых коэффициентов

важности вклада рассматриваемого  $a$  –го составного элемента,  $b$ -го элемента входящего в  $a$  –ый составной элемент и  $c_b$  –ой ТХ входящей  $b$ -ый элемент,

принадлежащий  $a$  –му составному элементу соответственно;

$Max\_bal$  – максимальное значение количества градаций из множества всех рассматриваемых ТХ;

$d_{c_b}$  – число градаций для рассматриваемой  $c_b$  –ой ТХ;

$a_{sum,c_b}$  – среднее значение бального оценивания группой экспертов  $c_b$  – ой ТХ.

Проведение расчетов значений  $\{\alpha_{a,sum}, \beta_{b,sum}, \eta_{c_b,sum}, a_{sum,c_b}\}$ , формулы для получения средне взвешенных значений можно, на пример использовать, из литературы [3, 4]. Так, например, для получения арифметических средне взвешенных значений  $\{\alpha_{a,sum}, \beta_{b,sum}, \eta_{c_b,sum}\}$  будем иметь такие зависимости (3), где  $a_{a,k}$  – значение весового коэффициента, даваемое  $k$  – ым экспертом для  $a$  –го составного элемента;

$S_k$  – значение, характеризующее профессиональный уровень  $k$  – го эксперта.

$$\alpha_{a,sum} = \frac{\sum_{k=1}^K \alpha_{a,k} S_k}{\sum_{a=1}^A \sum_{k=1}^K \alpha_{a,k} S_k}, \quad (3)$$

Для получения значений  $\beta_{b,sum}, \eta_{c_b,sum}$  расчет производится аналогично, используя формулу (3).

Для получения значения  $a_{sum,c_b}$  можно пользоваться зависимостью (4), где  $a_{c_b,k}$  – значение бального оценивания, даваемое  $k$  – ым экспертом для  $c_b$  – ой ТХ.

$$a_{sum,c_b} = \frac{\sum_{k=1}^K a_{c_b,k} S_k}{\sum_{k=1}^K S_k}, \quad (4)$$

Теперь рассмотрим усовершенствованный метод Уэя, предложенный автором статьи. С самим методом Уэя можно ознакомиться, например, в литературе [5]. метод Уэя является производной метода анализа иерархий (Метод Саати). Он намного проще в вычислительных методах по сравнению с методом анализа иерархий.

Усовершенствования, введенные автором, заключаются в следующем:

- в элементах матрицы предпочтения добавляются весовые коэффициенты, характеризующие степень пригодности рассматриваемого типа турникета на заданном КПП;
- учитывается групповая оценка, даваемая  $K$  экспертами по парному предпочтению между  $i$  – ым типом турникета и  $j$  – ым типом турникета;
- учитывается значение, характеризующие коэффициент профессионального уровня каждого эксперта;
- полученная оценка всегда будет находиться в диапазоне  $[0..1]$ .

Дальше рассмотрим реализацию усовершенствований, предложенный автором, для метода Уэя коротко. По ТХ, которые приводились выше, группа экспертов определяет значения этих ТХ. При этом для каждого эксперта

определяется так называемый коэффициент профессионального уровня эксперта, который будет учитываться в заданной математической модели. Каждый эксперт дает свои суждения по всем рассматриваемым техническим характеристикам по очередности для альтернативных типов рассматриваемых турникетов. Итоговое значение вычисляется по формуле (2). Когда получены расчеты по всем альтернативным типам турникетам переходят на суждения по парному сравнению исходных альтернатив. То есть строится матрица парных сравнений  $A(\overline{a_{i,j}})$  вида (5):

$$A(\overline{a_{i,j}}) = \begin{pmatrix} \overline{a_{1,1}} & \overline{a_{1,2}} & \dots & \overline{a_{1,j}} & \dots & \overline{a_{1,N}} \\ \overline{a_{2,1}} & \overline{a_{2,2}} & \dots & \overline{a_{2,j}} & \dots & \overline{a_{2,N}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overline{a_{i,1}} & \overline{a_{i,2}} & \dots & \overline{a_{i,j}} & \dots & \overline{a_{i,N}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overline{a_{N,1}} & \overline{a_{N,2}} & \dots & \overline{a_{N,j}} & \dots & \overline{a_{N,N}} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Здесь элементы  $\overline{a_{i,j}}$  характеризуются как степень превосходства  $i$  – го варианта над  $j$  – ым вариантом. При этом вычисление значений  $\overline{a_{i,j}}$  производится по разработанной автором формуле (6):

$$\overline{a_{i,j}} = \frac{(S_{i,\min} + S_{j,\min}) - |S_{i,\min} - S_{j,\min}|}{S_{i,\min} - |S_{i,\min} - S_{j,\min}|} * P_{i,j,sum}, \quad (6)$$

где  $P_{i,j,sum}$  – среднее значение даваемое группой экспертов, характеризующее превосходство  $i$  –го варианта над  $j$  –ым вариантом.

Значение  $P_{i,j,sum}$  рассчитывается, например, по такой разработанной автором формуле (7), где  $trunc\{*\}$  –целая часть полученного значения, вычисленного внутри скобок;  $P_{i,j,k}$  – целочисленное значение, характеризующие предпочтение  $i$  –го варианта над  $j$  –ым вариантом, даваемый  $k$  –ым экспертом.

$$P_{i,j,sum} = trunc \left\{ \frac{\sum_{k=1}^K P_{i,j,k} S_k}{\sum_{k=1}^K S_k} \right\}, \quad (7)$$

При этом значение  $P_{i,j,k}$  может принимать одно из трех таких возможных значений [5]:

$$P_{i,j,k} = \begin{cases} 0, & \text{когда } j\text{-ый вариант превосходит } i\text{-ый вариант;} \\ 1, & \text{когда } i\text{-ый вариант равноценен } j\text{-му варианту;} \\ 2, & \text{когда } i\text{-ый вариант превосходит } j\text{-ый вариант;} \end{cases}$$

Когда получены все значения  $\overline{a_{i,j}}$  переходят к вычислительным процедурам по определению степени пригодности  $i$ -го типа турникета над всеми остальными типами турникетов. Для этого складывают числа по каждой из строк матрицы (5). Данные характеристики характеризуют важность заданных типов турникетов. Разделив эти числовые значения на общую сумму элементов матрицы (5) получим весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность рассматриваемых альтернативных типов турникетов из рассматриваемой совокупности. Для расчета данного значения применяется формула (8):

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^S \overline{a_{i,j}}}{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^S \overline{a_{i,j}}}. \quad (8)$$

Данный вычислительный метод позволяет получить конкретные числовые значения, на основе формулы (8), характеризующие степень пригодности использования типов турникетов на заданном объекте энергетики. Здесь приводился частный случай, рассматривающий только один элемент, который входит в СКУД. Полученный авторами данный метод дает возможность проектировщикам, которые рассчитывают и проектируют заданную техническую систему безопасности на заданном объекте энергетики помочь в техническом решении о выборе структуры и основных элементов СКУД на ранних стадиях проектирования. Рассмотренная выше методика выбора наилучшего типа турникета может быть применима и для других составных элементов входящих в СКУД.

1. Наказ Міністерства палива та енергетики України № 480 від 08.10.2007 р. «Про організацію діяльності відомчої воєнізованої охорони».
2. *Ничиков А. В.* Перечень угроз: от общего к частному. Методический подход к формированию перечней угроз для охраняемых объектов. // Системы безопасности № 2, 2008.
3. *Мякухин Ю. В.* Усовершенствование экспертного метода для рационального выбора образца технического средства охраны для оснащения потенциально опасных объектов по заданным анкетам. // XXVII науково-технічна конференція “Моделювання”. Тези конференції 10 – 11 січня 2008 р., Київ. – с. 43 – 44.
4. *Мякухин Ю.В., Сердюцкая Л.Ф.* Методика экспертного оценивания вероятности возникновения чрезвычайной ситуации на потенциально опасном объекте. // Международная научно-техническая конференция „МОДЕЛИРОВАНИЕ-2008”. Сборник трудов конференции 14–16 мая 2008г., К. 2008. – С. 300 – 306.
5. *Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю.* Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение оценка эффективности. – Севастополь: изд. МО Украины, 2004. – 320 с.
6. *Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є.* Експертні технології прийняття рішень. – К.: тов. Маклаут, - 2008. – 444 с.

Поступила 25.01.2010р.