

Управление рисками нарушения безопасности объектов транспортной инфраструктуры

А.Б. Стиславский

Аннотация. Рассматривается методология управления рисками нарушения транспортной безопасности, основанная на идентификации и категорировании объектов транспортной инфраструктуры, выработке и контроле выполнения комплекса требований обеспечения транспортной безопасности объекта.

Ключевые слова: управление рисками, профили защиты, защищенность объекта, уровень защищенности, надежность защиты.

В настоящее время одним из главных приоритетов государства в области обеспечения национальной безопасности страны является борьба с растущими террористическими угрозами. Антитеррористическая борьба предполагает, прежде всего, активизацию деятельности государства по защите инфраструктуры и населения страны от террористических проявлений. Эти актуальные для нашей страны задачи могут быть решены только при надежном обеспечении транспортной безопасности, поскольку транспортная инфраструктура является наиболее уязвимой со стороны террористических угроз. Это объясняется такими специфическими особенностями транспортных отраслей, как большая протяженность транспортных магистралей, громадное количество опасных объектов транспортной инфраструктуры, обслуживание большого потока пассажиров и грузов, в том числе опасных, различные формы собственности объектов инфраструктуры и др. Эти особенности транспортной системы создают сложные проблемы при организации защиты объектов транспортной инфраструктуры. Одним из важных направлений в решении этих проблем должна стать разработка методологии, методического инструментария и программных

средств для выработки требований по обеспечению безопасности объектов транспортной инфраструктуры и мониторинга полноты и качества выполнения этих требований. Федеральный закон «О транспортной безопасности» предписывает создание специальной автоматизированной системы обеспечения транспортной безопасности на основе категорирования объектов транспортной инфраструктуры по степени их потенциальной опасности.

Эта многоуровневая, территориально распределенная автоматизированная система должна осуществлять мониторинг состояния безопасности как отдельных объектов, так и их территориально-административных объединений. С ее помощью должно осуществляться управление безопасностью путем контроля выполнения требований по безопасности, анализа «узких мест» в системе обеспечения безопасности и формирования требований для устранения этих «узких мест».

По современным воззрениям работа систем обеспечения безопасности сложных технических и организационных объектов должна строиться на основе оценки рисков нарушения их безопасности. Этот подход многократно проверен на практике и успешно применяется в

нашей стране и за рубежом. Вместе с тем, проблема управления рисками в системе обеспечения транспортной безопасности еще ждет своего решения и этому посвящена настоящая статья.

Автор при решении задачи опирался на опыт, полученный при создании и успешной эксплуатации системы «РискМенеджер» Института системного анализа РАН.

Общая теория рисков определяет риск как деятельность, связанную с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели [1].

Управление рисками - это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рисков событий [2].

Применительно к предмету нашего исследования, под риском нарушения безопасности объекта транспортной инфраструктуры понимается вероятность реализации потенциальных угроз критическим элементам его структуры при существующей системе защиты.

Риск нарушения транспортной безопасности является единым критерием оценки эффективности для всех уровней иерархии управления транспортной безопасностью (Министерство, Федеральное агентство по виду транспорта, Региональные органы управления, объекты транспортной инфраструктуры) и отвечает системным принципам построения системы транспортной безопасности (принципы цели, информационного единства и согласования критериев).

В соответствии с принципом равнозащищенности, под риском нарушения безопасности организационно-территориального объединения опасных объектов транспортной инфраструктуры на всех уровнях иерархии транспортной системы страны понимается вероятность нарушения безопасности хотя бы одного объекта этих организационных структур.

Управление рисками нарушения транспортной безопасности производится путем выбора и реализации методов, средств и мероприятий

(профилей защиты), упреждающих и предотвращающих негативное воздействие возможных угроз объектам транспортной инфраструктуры на основе оценки эффективности существующих систем обеспечения транспортной безопасности.

Процедура формирования требований к системам обеспечения транспортной безопасности (СОТБ) объектов транспортной инфраструктуры строится на принципе равнозащищенности (равнопрочности защиты) критических элементов этих объектов от всех способов реализации возможных угроз нарушения их безопасности, т.е. что оценка риска нарушения безопасности объекта производится по его наиболее уязвимому элементу.

Оценка уязвимости объекта является ключевым моментом построения системы его защиты, поскольку без корректной оценки эффективности СОТБ невозможно сформировать рациональные профили защиты опасных объектов транспортной инфраструктуры и обосновать необходимый перечень требований по обеспечению их безопасности.

Систему обеспечения безопасности транспортного комплекса страны нельзя рассматривать как единую, функционально связанную систему. Она состоит из множества относительно независимых самостоятельно функционирующих подсистем видов транспорта, решающих свои специфические задачи. Для оценки эффективности таких локальных систем и разработана представленная ниже методология.

Дальнейшие рассуждения опираются на следующее исходное определение: СОТБ - это организационная структура, осуществляющая комплекс мер по обеспечению безопасности объекта или группы объектов транспортной инфраструктуры вида транспорта в соответствии с их категорией, индексом, требованиями по безопасности и профилем защиты, определенными на основе категориального подхода. Этот комплекс составляют нормативно-правовые, организационные, экономические, технические, аппаратно-программные и иные меры, в совокупности составляющие профиль защиты объекта.

Принимается во внимание, что каждый тип объектов имеет свою специфику, определяемую его составом, структурой и особенностями функ-

ционирования. Предполагается, что на каждый тип объектов может воздействовать определенный спектр угроз, реализуемых различными способами. Меры противодействия (профиль защиты) также носят комплексный характер.

Представим функциональную структуру СОТБ любого элемента транспортной системы в целом или вида транспорта как иерархическую систему, состоящую из звеньев разных уровней.

Первый уровень СОТБ - средство противодействия конкретному способу реализации определенной угрозы каждому типу объектов транспортной инфраструктуры (*один способ реализации одной угрозы - одно СП – один объект данного типа*).

Второй уровень системы – обеспечение организации и координации функционирования всех средств противодействия определенному способу реализации угрозы (*один способ реализации одной угрозы - комплекс СП – один объект данного типа*).

Третий уровень СОТБ – обеспечение реализации и координации функционирования всех средств противодействия различным способам реализации угрозы (*все средства реализации одной угрозы – комплекс СП – один объект данного типа*).

Четвертый уровень - обеспечение реализации и координации действий звеньев третьего уровня для обеспечения безопасности объекта транспортной инфраструктуры от всех предполагаемых угроз (*все способы реализации всех угроз – комплекс СП – один объект данного типа*).

Пятый уровень - координация функционирования звеньев четвертого уровня для обеспечения безопасности всех объектов организационной структуры, охраняемой СОТБ (*все способы реализации всех угроз – комплекс СП – все объекты всех типов*).

Проблема оценки эффективности СОТБ сводится к трем задачам, результаты решения которых обеспечивают количественное обоснование решений в процедурах формирования требований и выбора рациональных профилей защиты объектов транспортной инфраструктуры.

Первая задача - определить эффективность функционирования СОТБ при заданном комплексе средств обеспечения безопасности объекта.

По существу это задача оценки уязвимости объекта при заданной модели угроз и выбранном профиле защиты. В результате решения этой задачи определяются величины рисков нарушения безопасности объекта от всех составляющих модели угроз и от модели угроз в целом и определяются узкие места в СОТБ объекта. Полученная путем решения этой задачи количественная оценка риска нарушения безопасности должна служить объективным основанием для принятия решений по мерам усиления защиты объекта.

Вторая задача - определить состав и структуру СОТБ, обеспечивающей минимум ее стоимости при заданном уровне безопасности объекта.

Решение этой задачи направлено на формирование оптимального по стоимости профиля защиты объекта при фиксированном уровне риска нарушения безопасности и выработку рационального набора требований по обеспечению его безопасности.

Третья задача - определить состав и структуру СОТБ, обеспечивающей максимум безопасности объекта при заданной величине стоимости защиты.

Решение этой задачи направлено на формирование оптимального по эффективности профиля защиты объекта при фиксированной стоимости его СОТБ и выработку соответствующего набора требований по обеспечению его безопасности.

Рассмотрим процедуру проведения оценки эффективности СОТБ для элементарного объекта транспортной инфраструктуры.

Центральным понятием и исходным параметром, позволяющим построить нормативную базу количественных оценок эффективности функционирования СОТБ, является "удельная эффективность средства противодействия конкретному способу реализации угрозы", т.е. эффективность элементарного звена в структуре СОТБ.

Под удельной эффективностью средства противодействия (СП) H_{ijk} понимается степень эффективности выполнения i -м средством своих нормативных функций Y_i по противодействию j -му способу реализации k -й угрозы.

Удельная эффективность H_{ijk} может быть интерпретирована как вероятность того, что данный способ реализации угрозы будет предотвращен.

Размерность нормативной функции Y_i определяется особенностями функционирования каждого i -го средства защиты. Это может быть размер охраняемой территории одним средством в единицу времени, количество проверяемого багажа пассажиров одним средством в единицу времени, объем обработанной информации о нарушении безопасности объекта одним средством в единицу времени и т.п. Например, удельная эффективность средства контроля багажа может быть определена как вероятность предотвращения попытки провоза запрещенных предметов одним средством в единицу времени. Удельная эффективность средства противодействия позволяет ввести показатель степени защищенности объекта U_{ijk} от j -го способа реализации k -й угрозы в зависимости от числа (n) i -х (однотипных) средств противодействия (Рис.1). Показатель степени защищенности U_{ijk} - это характеристика эффективности средства противодействия, которая показывает, с какой вероятностью i -е средство противодействия защитит объект от j -го способа реализации k -й угрозы.

Пусть D_o - величина контролируемого (защищаемого) параметра какого-либо объекта в единицу времени t , например, среднего по величине потока пассажиров или багажа.

Y_i - нормативная функция i -го средства защиты, т.е. значение параметра объекта, которое может контролировать (защищать) i -е средство в единицу времени t .

Полная защита объекта достигается тогда, когда количество средств контроля $n = n'$ обеспечивает достаточный уровень безопасности при текущем значении параметра защищаемого объекта Y_o , где

$$n = \frac{Y_o}{Y_i} \quad (1)$$

Кроме того, могут иметь место недостаток средств защиты D_o

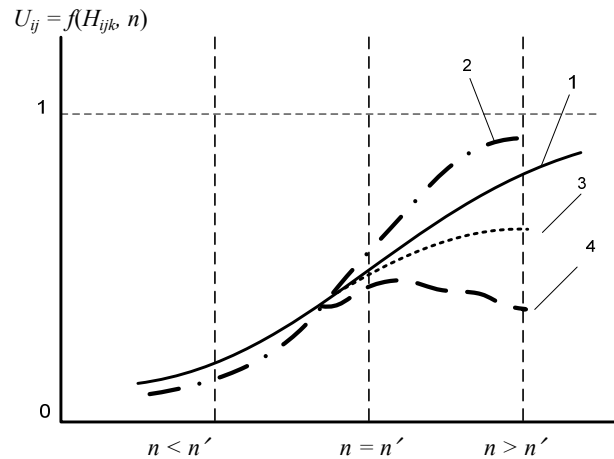


Рис. 1.

$$n < \frac{Y_o}{Y_i} \quad (2)$$

и дублирование средств защиты, когда

$$n > \frac{Y_o}{Y_i} \quad (3)$$

Для каждого из трех случаев $n < n'$, $n = n'$, $n > n'$ функция $U_{ijk} = f(H_{ijk}, n)$ рассчитывается в зависимости от специфики функционирования защищаемого объекта.

На Рис. 1 представлен типичный для большинства объектов транспортной инфраструктуры вид этой функции.

Функция U_{ijk} определяется механизмом функционирования средства противодействия. Кривая 1 представляет зависимость U_{ijk} от количества технических СП, увеличение числа которых увеличивает степень защищенности, например, дублирование средств видеонаблюдения летного поля аэродрома или увеличение числа контрольных приборов на пункте пропускания пассажиров и багажа в аэропорту.

Кривая 1 показывает, что увеличение количества технических средств защиты оказывается рациональным только до определенного предела, после которого эффективность защиты объекта не увеличивается.

Кривые 2, 3 и 4 представляют зависимости защищенности объекта U_{ijk} от численности n персонала СОТБ.

Кривая 2 соответствует случаю, когда увеличение числа работников СОТБ, осуществ-

ляющих функции контроля и охраны, ведет к увеличению защищенности объекта. Например, увеличение постов физической охраны уменьшает вероятность проникновения нарушителя на объект, при условии, что охрана добросовестно выполняет свои функции.

Кривая 3 соответствует случаю, когда сотрудники СОТБ не в полной мере готовы выполнять свои функции из-за низкой квалификации, небрежного отношения к своим обязанностям и других негативных факторов, определяющих эффективность работы персонала.

Кривая 4 отражает тот факт, что увеличение персонала СОТБ повышает вероятность проникновения в структуру СОТБ злоумышленников или людей, которых можно склонить к противоправным действиям, например, к передаче путем подкупа критической с точки зрения безопасности объекта информации.

В случае, когда временной фактор не играет роли, например, постоянное видеонаблюдение на территории аэропорта, параметр t отсутствует в выражениях D_o и D_i и функция U рассчитывается без учета времени работы видеокamer. Анализ СП, используемых в существующих СОТБ, показывает, что все типичные средства противодействия описываются в терминах зависимостей, представленных на Рис. 1 как частные случаи.

Каждое СП может в той или иной степени отрицательно влиять на качество функционирования охраняемого объекта. Оценка этого негативного влияния средств защиты обычно проводится через изменения какого-либо критичного параметра функционирования объекта. Чаще всего в качестве такого параметра выступают временные циклы функционирования. На Рис. 2 приведена гипотетическая зависимость продолжительности T цикла функционирования пропускного пункта таможенного контроля ручной клади пассажиров от количества определенных средств контроля, т.е. в нашей терминологии от степени его защищенности - U_{ijk} .

Здесь T_o - нормальная продолжительность цикла функционирования (без использования СП), T_d - допустимая величина удлинения цикла функционирования, U_d - допустимая степень защищенности объекта рассматриваемым СП.

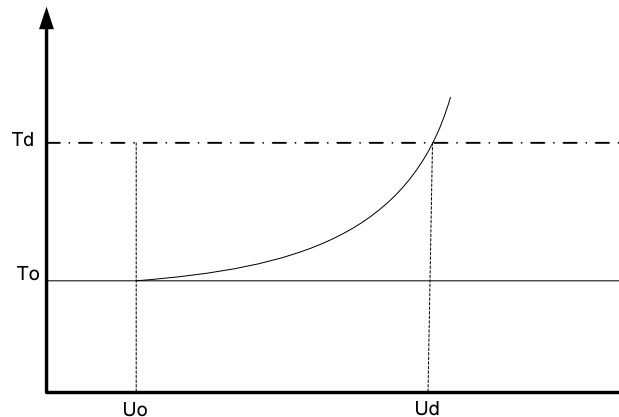


Рис. 2.

Как видно из Рис. 2, допустимая степень защищенности объекта U_d представляет собой область, ограниченную значениями $U_{ijk \min}$, $U_{ijk \max}$, которая в свою очередь определяет количество СП данного типа n_{\min} , n_{\max} , используемых для защиты рассматриваемого объекта. Из построений следует, что при $n=n'$ величина удлинения цикла функционирования объекта будет минимальной, однако в этом случае уровень защищенности U_{ijk} может быть ниже требуемого.

Одним из параметров описания i -го СП может быть его стоимостная оценка C_{ijk} , включающая стоимость его производства и эксплуатации. Могут быть также рассмотрены оценки стоимости увеличения удельной эффективности СП в результате его совершенствования или замены на новое, т.е. затраты на единицу увеличения удельной эффективности СП. Введенные параметры и зависимости позволяют в единой мере оценивать эффективность существующих СП разных типов и на базе этой меры построить теорию эффективности СОТБ.

Наличие базовой информации о всех i -ых средствах противодействия данному j -му способу k -ой угрозы позволяет сформулировать задачи определения оптимальной *композиции* (варианта совместного использования) СП. Предполагается, что СП, составляющие композицию, действуют независимо друг от друга и каждое выполняет свою специфическую функцию. Например, для предотвращения проникновения злоумышленника или постороннего лица на закрытую территорию аэропорта имеются такие СП, как внешнее ограждение, датчики на-

рушения границы аэропорта, система видеонаблюдения, физический контроль за передвижением людей и транспорта по охраняемой территории и другие. Все эти СП действуют одновременно и независимо друг от друга и в совокупности составляют композицию СП проникновению нарушителей на закрытую территорию аэропорта через его внешнюю границу.

Исходной задачей на втором уровне является оценка эффективности существующей композиции всех СП, используемых против определенного способа реализации угрозы.

Критерием эффективности композиции СП N_{jk} является степень защищенности объекта от j -го способа k -ой угрозы U_{jk} , которая определяется выражением

$$U_{jk} = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - U_i(n)]. \quad (4)$$

На основе выражения (4) сформулируем основные постановки задач оптимизации структуры звеньев второго уровня СОБ.

Первая задача - определить эффективность функционирования СОБ при заданном комплексе средств обеспечения безопасности объекта.

Определим композицию СП - N_{jk} , обеспечивающую максимальный уровень защищенности объекта - $\max U_{jk}$ от j -го способа k -ой угрозы. В такой постановке определяется предел возможностей конкретного набора СП, который вычисляется через максимальные возможности каждого i -го СП - $U_{id \max}$ в рамках принятых ограничений.

Соответствующая $\max U_{jk}$ композиция N_{jk} определяется с помощью зависимости U_{ijk} от n , (Рис. 1.) для всех $i \in I$ (Рис. 2).

Максимальная защищенность объекта может рассматриваться в качестве критерия эффективности композиции и вычисляется по формуле:

$$\max U_{jk} = 1 - \prod_{i=1}^I (1 - U_{id \max}). \quad (5)$$

Решение задачи в первой постановке позволяет обоснованно задавать требуемый уровень защищенности U_{jkTR} и определять стоимость максимальной защиты - $\max C_{jk}$.

Вторая задача - определить состав и структуру СОБ, обеспечивающей минимум ее стоимости при заданном уровне безопасности объекта.

Определим композицию средств защиты N_{jk} , обеспечивающую заданный уровень защищенности объекта U_{jkTR} при минимуме ее стоимости. В этой постановке в качестве критерия эффективности композиции N_{jk} выступает ее стоимость - C_{jk} :

$$C_{jk} = \min \sum_{i=1}^I C_i * n_i, \quad (6)$$

определяемая путем минимизации нижеследующего выражения по суммарной стоимости СП:

$$\min \prod_{i=1}^I [1 - U_i(C_i * n_i)] = 1 - U_{jkTR}. \quad (7)$$

Функция $U_i(C_i * n_i)$ может быть получена путем умножения значений функции $U(n_i)$ на стоимость одного i -го СП (Рис.1) при условии, что $C_i = const$, т.е. не зависит от величины n_i .

Третья задача - определить состав и структуру СОБ, обеспечивающей максимум безопасности объекта при заданной величине стоимости защиты.

Определим композицию средств противодействия N_{jk} , обеспечивающую максимальный уровень защищенности объекта $\max U_{jk}$ при заданных расходах C_{jkZ} . В этом случае критерием эффективности композиции СП является уровень защищенности объекта U_{jk} , максимальное значение которого определяется оптимизацией выражения

$$\max U_{jk} = 1 - \min \prod_{i=1}^I [1 - U_i(C_i * n_i)] \quad (8)$$

при ограничениях $\sum_{i=1}^I C_i \leq C_{jkZ}$. \quad (9)

При этих условиях могут быть сформулированы задачи выбора приоритетных СП, использование которых даст наибольший прирост защищенности объекта при ограниченных средствах на проведение модернизации СОБ.

Все критерии второго звена СОТБ могут быть использованы для формулировки задач оценки эффективности третьего звена, обеспечивающего координацию деятельности композиций второго звена в целях защиты объекта от всех способов реализации угрозы, т.е. от угрозы в целом.

Принципиальное отличие функционирования звена третьего уровня состоит в том, что здесь композиции СП действуют параллельно друг с другом, выполняя каждое свою задачу. Другая важная особенность - в разных композициях могут быть общие СП. Например, внешняя охрана объекта является общим СП против всех способов совершения на нем террористического акта.

Важнейшей характеристикой каждой j -ой композиции СП является зависимость вероятности реализации j -го способа k -й угрозы - P_{jk} от степени защищенности - U_{jk} . Общий вид функции $P(U)$ представлен на Рис.3.

Зависимость $P(U)$ фиксирует тот очевидный факт, что чем эффективнее меры противодействия угрозам, тем меньше вероятность реализации угрозы. Например, если периметр территории аэропорта эффективно защищен от проникновения, то потенциальный нарушитель будет искать другую возможность совершения террористического акта, не связанную с проникновением через охраняемую границу этого объекта. Другими словами, террорист всегда будет искать «узкое место» в защите объекта, через которое он может с наибольшей вероятностью, меньшими средствами и с меньшим риском для себя реализовать свои намерения. Отсюда следует важность соблюдения принципа равной защищенности при построении СОБ объектов транспортной инфраструктуры.

Кривые 1, 2, 3 на Рис. 3 должны рассчитываться с учетом предполагаемой «ценности» объекта для террориста, стоимости способов реализации угроз и других характеристик.

Введение этой зависимости имеет принципиальный методологический характер, поскольку в ней отражаются представления лиц, отвечающих за безопасность транспортной инфраструктуры, о степени опасности угрозы, ценности защищаемого объекта, эффективности СП и величине риска при задании той или иной степени защищенности объекта или стоимости мер противодействия.

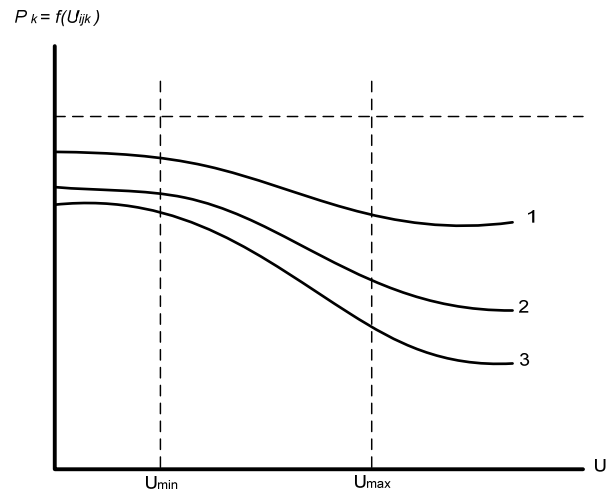


Рис.3.

Нахождение зависимостей $P(U)$ представляет собой сложную научную и практическую задачу, поскольку объективной информации для ее построения, как правило, не существует. Эти зависимости могут быть построены для каждого индексированного объекта с помощью специально организованной экспертной процедуры на основе анализа различных сценариев возможной террористической атаки на объект или группу объектов.

Зависимости $P(U)$ могут служить ориентиром и экспертным обоснованием выбора состава и структуры СОБ. На основе этой зависимости можно формулировать задачи оценки эффективности и синтеза высших звеньев СОБ, начиная с третьего.

В качестве универсального для всех звеньев СИБ, начиная со второго уровня, критерия эффективности введем понятие **надежности защиты** - Q_{jkl}, Q_{kl}, Q_l , где $l \in L$ - номер объекта, L - количество защищаемых объектов. Для краткости написания формул индекс l введем только при рассмотрении постановки задач для звеньев 4-го и 5-го уровней.

Надежность защиты объекта Q_{jk} композицией N_{jk} от j -го способа k -ой угрозы определяется выражением:

$$Q_{jk} = 1 - [P_{jk} * (1 - U_{jk})] \quad (10)$$

Как будет показано ниже, выражение (10) является основой для вычисления показателей

эффективности мер противодействия на всех следующих уровнях СОТБ.

Целью деятельности звена третьего уровня является обеспечение равнозащищенности, (равнопрочности защиты) объекта от всех способов реализации угрозы. Во введенных выше терминах это означает, что надежность защиты Q_k объекта от k -ой угрозы определяется эффективностью композиции N_{jk} , обеспечивающей минимальную надежность защиты среди всех j -х композиций СП $N_k = \{N_{jk}\}$ от k -ой угрозы. Другими словами, надежность защиты объекта равна эффективности наиболее слабой композиции из всех входящих в $\{N_{jk}\}$.

$$Q_k = Q_{jk \min} \text{ из } \{Q_{jk}\} \text{ для всех } J \in J \quad (11)$$

где $\{Q_{jk}\}$ - множество значений эффективности композиций СП N_k от k -ой угрозы.

Другой важной характеристикой эффективности звена третьего уровня является разность dQ_k минимальной и максимальной надежностей защиты из множества композиций $N_k = \{N_{jk}\}$.

$dQ_k = q_{jk \max} - Q_{jk \min}$ из $jk \in JK$, для всех $jk \in JK$

Параметр dQ_k является показателем качества, характеризующим степень рационального использования ресурсов в звене СОБ третьего уровня и адекватность ее структуры поставленным задачам.

Задачи оценки надежности защиты объекта от k -ой угрозы с помощью введенных понятий могут быть сформулированы следующим образом.

Первая задача

Определить $Q_{k \min}$ и dQ_k для заданной структуры звена $N_k = \{N_{jk}\}$.

Вторая задача

Определить структуру звена третьего уровня $N_k = \{N_{jk}\}$, отвечающего заданному уровню надежности $Q_{k \min z}$ и обеспечивающему \min его стоимости $C_k = \min \sum_{j=1}^J C_{jk}$ или $\min dQ_k$,

поскольку обе задачи идентичны в свете принятых выше гипотез.

Третья задача

Определить структуру звена - $N_k = \{N_{jk}\}$, обеспечивающую $\max Q_{k \min}$ при заданной стоимости $C_k = C_{kz}$, $\min dQ_k$ обеспечивается при решении этой задачи автоматически.

Целью функционирования звена четвертого уровня СОТБ является обеспечение равнонадежной защиты объекта от всех угроз. Это означает, что критерий эффективности мер противодействия для этого звена Q_l равен минимальной надежности защиты $Q_{kl \min}$ из множества $\{Q_{kl}\}$,

$$Q_l = Q_{kl \min} \text{ из } \{Q_{kl}\} = Q_{jkl \min} \text{ из } \{Q_{jkl}\} \quad (12)$$

для всех $jkl \in JKL$, а показатель качества

$$dQ_l = Q_{kl \max} - Q_{kl \min} \text{ из } \{Q_{kl}\} \quad (13)$$

для всех $jkl \in JKL$.

Задачи оценки эффективности функционирования и синтеза звена четвертого уровня формулируются так же как и для третьего, но с учетом ранжирования угроз.

Для первой задачи если угрозы объекту равноценны, т.е. $Q_l = Q_{kl}$, то формальные постановки задач описываются формулами (12) и (13).

Если угрозы ранжированы по степени опасности весовыми коэффициентами A_{kl} , в этом случае критерий Q_l определяется выражением:

$$Q_l = [Q_{kl} * A_{kl}] \min \text{ из } \{Q_{kl} * A_{kl}\} \quad (14)$$

для всех $kl \in KL$

$$dQ_l = [Q_{kl} * A_{kl}] \max - [Q_{kl} * A_{kl}] \min \quad (15)$$

для всех $kl \in KL$.

Веса угроз определяются путем сравнения максимальных значений функций $P_{jkl} = P_{jkl}(U_{jkl})$, (Рис.3) в точке $U_{d \max}$ для всех $jkl \in JKL$.

$$A_{jkl} = \frac{P_{jkl \max}}{P_{jkl}} \quad (16)$$

для всех $kl \in KL$.

Оценка уязвимости объекта S , как величина обратная его защищенности определится выражением

$$S = 1 - Q_{kl \min} \quad (17)$$

В заключении рассмотрим методологию оценки эффективности пятого уровня СОБТ. Целью функционирования СОТБ в целом является обеспечение равной надежности защиты Q всех L объектов с учетом их важности B_l . Критерий эффективности функционирования СОБ - Q определяется выражением

$$Q = [Q_l * B_l] \min \text{ из } \{Q_l * B_l\} \quad (18)$$

для всех $l \in L$

Качество СОТБ

$$dQ = [Q_l * B_l] \max - [Q_l * B_l] \min \text{ из } \{Q_l * B_l\} \quad (19)$$

для всех $l \in L$.

Задачи оценки эффективности и синтеза СОБ формулируются так же как на двух предыдущих уровнях.

Формальное ранжирование объектов защиты в СОБ по их сравнительной важности возможно в случае, если есть объективная возможность количественной оценки последствий реализации угроз на каждом объекте и в системе в целом. Такую возможность предоставляет метод категорирования объектов транспортной инфраструктуры по степени их потенциальной опасности, представленный в предыдущей главе.

Заключение

Процесс функционирования любой СОТБ может быть представлен в терминах приведенной в статье пятиуровневой иерархической структуры. При необходимости можно ввести дополнительные уровни структуры СОТБ. Однако при этом следует иметь в виду, что предлагаемая функциональная структура, как правило, не соответствует организационной структуре реально существующих СОТБ.

Представленная в настоящей статье методология является по существу общей теорией эффективности систем защиты объектов транспортной инфраструктуры, поскольку разработанное системное представление СОТБ позволяет интерпретировать механизмы защиты всех типов объектов различных видов транспорта и транспортной системы в целом. Остается лишь проблема обеспечения полноты информации для расчетов оценок эффективности СОТБ.

Литература

1. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков: учеб. Пособие для студ. высш. Учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2007, - 368 с.
2. Чернова Г.В., Кудрявцев А.А. Управление рисками. – М.: Проспект, 2003.
3. Шоломницкий А.Г. Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. – М.: Изд.дом ГУ ВШЭ, 2005.
4. Bernstein P.L. Against the GoDc: The Remarkable Story of Risk. – Willey, New York, 1996.

Стиславский Александр Борисович. Окончил МГУ им. М.В.Ломоносова в 1997 году. Кандидат экономических наук, доцент Московского университета МВД РФ. Автор более 30 научных работ. Область научных интересов – обеспечение безопасности сложных распределенных систем. Эл.адрес: astislav@telecom-group.ru.