

ВЕКТОРНО-МАТРИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Кандидат военных наук *А.Н. Калайдов, М.О. Берестевич*
 Академия государственной противопожарной службы МЧС России

Предлагается усовершенствование и поэтапная интеграция ключевых составляющих модели векторно-матричной интерпретации рисков в алгоритм исследования рисков возникновения чрезвычайных ситуаций ЧС на территории региона и его муниципальных образований, с учетом особенностей развития элементов социотехнической системы, с акцентом на один из наиболее характерных рисков – аварии на объектах нефтегазового комплекса, расположенных на территориях муниципальных образований, и применения методики расчета ожидаемого сокращения потерь при возникновении ЧС, учитывая проведение превентивных мероприятий.

Ключевые слова: риск возникновения чрезвычайной ситуации, нефтегазовый комплекс, социотехническая система, эффект проведения превентивных мероприятий, векторно-матричное моделирование.

VECTOR-MATRIX REPRESENTATION OF THE RISKS OF EMERGENCY SITUATIONS IN SOCIOTECHNICAL SYSTEMS

Ph.D (Military) *A.N. Kalaydov, M.O. Berestevich*
 Academy of State Fire service of EMERCOM of Russia, Moscow

It is proposed to improve and gradually integrate the key components of the vector-matrix interpretation of risks into the algorithm of investigation of the risks of occurrence of emergencies in the territory of the region and its municipal formation, Taking into account the particularities of the development of the elements of the social-technical system, with emphasis on one of the most characteristic risks - an accident at facilities of the oil and gas complex located in the territories of municipalities, and the application of the method for calculating the expected loss reduction Emergency with regard to preventive measures.

Keywords: emergency risk, oil and gas complex, sociotechnical system, preventive effect, vector-matrix modeling.

Присутствие тех или иных опасностей в повседневной жизнедеятельности общества является неизменным и актуальным обстоятельством.

Если обратить внимание на общепринятое понятие «опасность», то можно выделить определенные последствия ее наступления [1]:

принести безвозвратные потери среди населения и значительно ухудшить условий жизни людей;

вызвать катастрофические изменения в окружающей среде и необратимые деформации характерных свойств территорий и т. д.

объективная вероятность нанести ущерб и вызвать необратимые отрицательные последствия в социально-экономическом и производственном секторе.

Основная характеристика «опасности» – ее негативная перспектива развития, потенциальный риск вызвать возникновение чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и иного характера (далее - ЧС).

Опасность в ЧС – условия, в которых подтвердилось негативное проявление источника ЧС и сопровождающих поражающих факторов на население, объекты экономики, инфраструктуры и окружающую среду в зоне ЧС, и впоследствии, за ее пределами. Соответственно потенциальный риск возникновения ЧС, воплотился с определенной долей вероятности от прогноза его возникновения.

Вероятное влияние воздействий характерных поражающих факторов для каждой опасности в ЧС обуславливают ее возможные последствия, которые проявят себя так же с определенной долей вероятности: от незначительных до безвозвратных и необратимых потерь для населения, объектов экономики, окружающей среды и территорий. Наиболее оптимально рассматривать такие вероятности возникновения ЧС на территории, муниципальных образований в составе субъекта Российской Федерации, и ограничить выборку для анализа наиболее характерными рисками для его территории в целом.

Такой выбор обосновывается и фактом существования распределения ресурсов в рамках целевых региональных программ, направленных на защиту населения и территорий в целом субъекта, как основного инструмента обеспечения безопасности муниципальных образований в его составе.

Для определения вероятного ущерба от характерных рисков для региона необходимо установить объем негативных социально-экономических последствий ЧС.

В научных трудах российского научного сообщества, содержащих проблему оценки рисков, они характеризуется возможностью реализации негативных событий и детерминируются парой свойств:

- вероятностью нанесения ущерба, в этом случае размерность риска сопряжена с размером ущерба (w) от проявления негативного события, это как правило физическая величина: погибшие (чел.), пострадавшие (чел.), территория (кв. км.), акватория (км. береговой линии), материальный ущерб (тыс. руб.);

размер ущерба при расчете вероятности случайная величина (W), ее можно представить как функцию распределения

$$P(w) = P(W < w),$$

в качестве показателя риска часто используют условную вероятность

$$Q(w_3) = P(W > w_3),$$

при том, что заданный количественный объем ущерба вышел за допустимые пределы (w_3) (и/или он относится к установленному допустимому интервалу) при условии реализации прогноза негативного события;

- спорностью в отношении реализации негативного явления (если реализация закономерна, вероятность равна 1 и риск условно равен 0, а если реализация проявляется с высокой частотой на определенном временном промежутке, то вероятность его реализации стремится к 1, хотя величина риска также условно равна 0, но при этом нанесен ущерб [2].

В качестве показателя риска часто используют условную вероятность социально-экономических последствий ЧС, которую можно выразить цифровыми значениями, определяющими стоимость нанесенного ущерба W :

$$W = pU, \tag{1}$$

где p – риск (вероятность) возникновения ЧС;

U – общий показатель потерь населения и ущерба, нанесенного объектам экономики и окружающей природной среде, выраженный в цифровом значении стоимости.

Риск возникновения ЧС (p), как правило, характеризует результат проведения превентивных мероприятий, а показатель общих потерь (U) необходим для расчета сил, средств и затрат на ликвидацию последствий ЧС.

Рассмотрение указанных значений на региональном уровне и анализ изменения функционирования макроэкономики региона в общем позволяет рассматривать и давать оценку воздействию ЧС на изменение направления и темпов экономического роста в результате воздействия факторов, вызванных ЧС.

Система защиты от ЧС – это силы, средства и привлекаемые ресурсы.

Необходимые характеристики и объем ресурсов определены социально-экономическими показателями:

в сфере экономического планирования;

в сфере финансов;

материальные показатели;

технические показатели;

показатели социальной значимости защиты населения и территорий от ЧС.

Объем требуемых ресурсов выражается в качестве цифровых показателей затрат на них.

Объем расходов на обеспечение проводимых мероприятий необходимым объемом ресурсов обуславливается количественными и качественными показателями применяемых технических средств, численностью привлекаемого личного состава, а также порядком действий и проведения работ [3].

В данной статье предлагается сделать акцент на проведении оценки риска возникновения ЧС на объектах нефтегазового комплекса, расположенных на территориях муниципальных образований региона. Согласно данным, полученным из открытых источников, Российская Федерация занимает 2-е место в мире по объему запаса нефтепродуктов и газа, которые составляют около 10 % от общемировых. Из 85-ти субъектов Российской Федерации добыча нефти осуществляется в 35-ти, что составляет более 40 % [4]. На предприятиях нефтегазового комплекса выпускается более 25 % промышленной продукции в России, объем налоговых платежей в бюджет государства составляет свыше 30 %, доход от экспорта превышает половину. Очевидно, что практически во всех субъектах Российской Федерации имеются предприятия, так или иначе связанные с добычей, транспортировкой, хранением и переработкой нефтепродуктов и газа. Около 30 % капитальных вложений в нашей стране за счет всех источников финансирования осуществляется в развитие и функционирование нефтегазовой промышленности. Вместе с тем, объекты нефтегазового комплекса относятся к потенциально опасным объектам (ПОО), в силу своей пожаро-взрывоопасности. Нельзя не сказать и о том, что в настоящее время в нефтегазовой промышленности имеются определенные проблемы, из которых особо острыми и актуальными при рассмотрении нашего вопроса являются такие как:

достаточно низкий уровень нефтепереработки, что связано с необходимостью капитального ремонта и переоборудования нефтеперерабатывающих заводов и комбинатов, так как уровень износа основных фондов составляет свыше 80 % [5];

износ основных фондов объектов добычи нефти и газа, что приводит к снижению технологических мощностей в данной отрасли. Средний износ на объектах добычи нефти составляет 60 %, газа – 57 % [6].

В настоящее время основными факторами, повышающими вероятность возникновения ЧС на территориях муниципальных образований субъектов Российской Федерации, являются следующие:

увеличение плотности населения, следствием чего является урбанизация территорий, подверженных рискам ЧС, и усиление вмешательства социотехнической системы в окружающую природную среду;

сосредоточение на определенных территориях ПОО (в том числе объектов нефтегазового комплекса) и критически важных объектов (КВО), нарушение режима штатной работы которых может повлечь значительные потери среди населения и ущерб экономике региона;

износ элементов инфраструктуры;

негативные последствия воздействия техносферы на экосистемы;

изменение климата, влекущее за собой вероятность возникновения стихийных бедствий [7].

Международная и отечественная практика подтверждает целесообразность использования показателей, полученных в результате проведения анализа риска ЧС для принятия наиболее эффективных решений в области обеспечения безопасности населения, государства, окружающей среды [8].

Российскими стандартами риск определен как «количественная мера реализации событий, влекущих за собой ущерб для населения, окружающей среды и экономики» [9]. Обеспечение высокого уровня безопасности непосредственно связано с достижением приемлемого уровня риска, определенный показатель которого определяется профильным научным подходом, степенью развития социальной сферы, экономики и технологий в стране, уровнем культуры безопасности и другими показателями.

Оценка риска возникновения ЧС осуществляется с учетом различных факторов, и является одной из составляющих планирования целого комплекса превентивных мероприятий на потенциально-опасных объектах, на территориях муниципальных образований. Комплекс данных мероприятий можно отобразить в виде блок-схемы (рис. 1.)

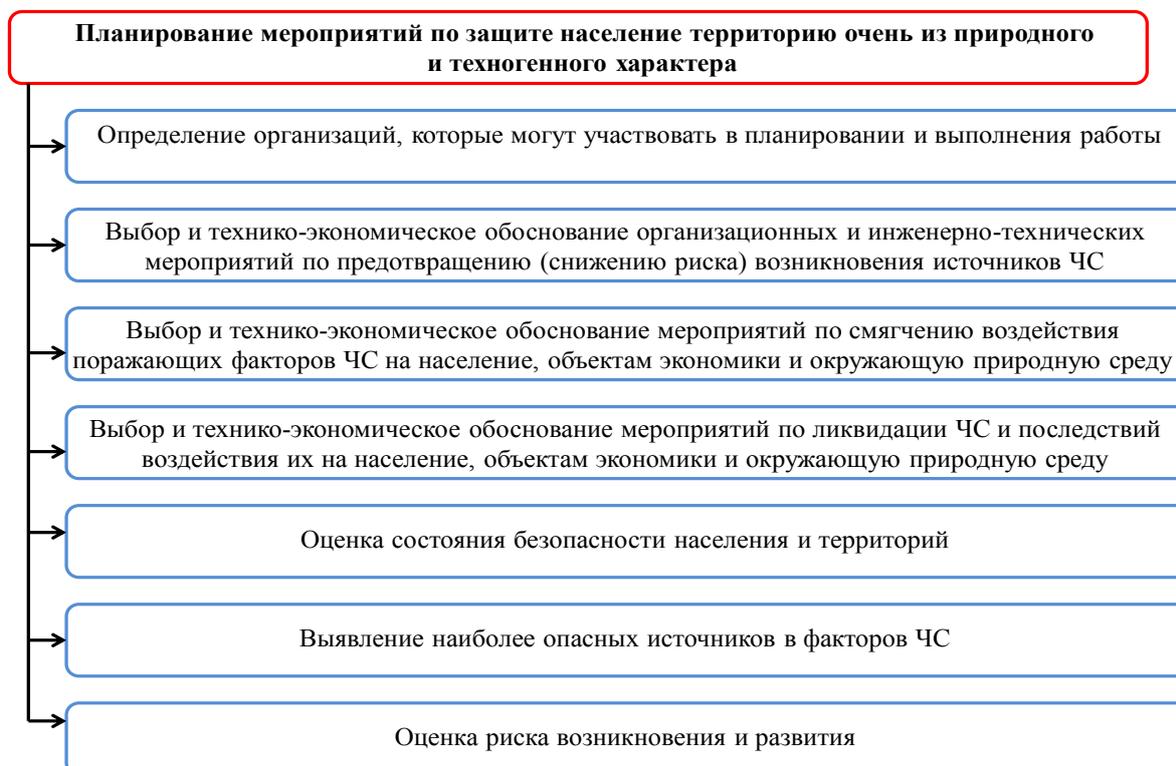


Рис. 1. Планирование мероприятий по защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера

Если обратить внимание на блок-схему – очевидно, что почти половина отображенных в ней мероприятий затрагивает вопросы технико-экономического обоснования тех или иных действий. Вышеперечисленные мероприятия проводятся заблаговременно, и, чем быстрее и объективнее будут проведены необходимые расчеты, тем качественнее и полнее будет их результат. Высокая степень объективности и охвата всех критериев и факторов является одним из первостепенных условий, так как превентивные мероприятия по смягчению воздействия последствий от ЧС обеспечиваются в рамках реализации государственных программ, обеспечиваемых на разных уровнях как средствами федерального бюджета, так и бюджета субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

Существование технологического процесса производства, трудовой деятельности, осуществляемой человеком, и инструментария, обеспечивающего их должное функционирование, является социотехнической системой.

Прогнозирование и предупреждение рисков ЧС в этих системах проводятся в подсистемах: управляемой – объект управления, управляющей – субъект управления.

Применительно к рассматриваемому вопросу, объектами управления рисками ЧС являются: ПОО (в том числе объекты нефтегазового комплекса), иные объекты экономики, окружающая природная среда, проживающее в зоне возможной ЧС население, муниципальное образование в целом и т.д., по сути, все социотехнические системы, существующие на сегодняшний день и развивающиеся на территории государства.

Субъект прогнозирования и предупреждения рисков ЧС – РСЧС, которая состоит из органов управления, сил и средств федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [10].

Кроме того, оценка риска ЧС является одним из элементов так называемой инфраструктуры безопасности в целом. Модернизация инфраструктуры безопасности, применяемых методов и технологий, развитие системы обеспечения и повышение эффективности управления возможно при условии системного анализа как инфраструктуры в целом, так и ее компонентов. Инфраструктуру безопасности можно представить в виде сетцентричной модели (рис. 2).

Создание высокого уровня защищенности от ЧС природного и техногенного характера не реализуемо без организации и реализации мер по предупреждению и предотвращению ЧС, ввода в действие перспективных систем мониторинга и защиты, обучения населения порядку действий при ЧС, аварийно-спасательных и пожарно-спасательных подразделений, что подразумевает большие финансовые расходы, привлечение материальных и трудовых ресурсов в течение продолжительного периода. В связи с этим возникает острая потребность в разработке и внедрении наиболее эффективных механизмов освоения лимитов финансирования, спланированных на обеспечение безопасности от ЧС, дающих возможность наиболее оперативно и эффективно сократить социально-экономические потери.

На сегодняшний день наиболее конструктивными являются методы выбора основных направлений работы в области управления рисками возникновения ЧС (а именно – предупреждение возникновения ЧС и снижения последствий их воздействия на население, объекты экономики и окружающую природную среду), внедрения автоматизированных средств предупреждения и защиты от их последствий на основе методики имитационного моделирования рисков возникновения ЧС на объектах нефтегазового комплекса, расположенных на территориях муниципальных образований в социотехнических системах [11, 12]. Существующие программно-аппаратные комплексы моделирования дают возможность более подробно и точно детализировать как объекты защиты по уязвимости последствиям ЧС, так и идентифицировать опасность чрезвычайной ситуации. Вместе с тем, в настоящее время используемые в расчете рисков математические инструменты не обеспечивают в полной мере применение на практике перспективных методов имитационного моделирования.



Рис. 2. Сетецентричная модель инфраструктуры безопасности

Для управления рисками возникновения ЧС природного и техногенного характера в социотехнических системах необходимо изыскивать наиболее эффективные способы мониторинга и моделирования, дающих возможность максимально полно определять совокупность факторов, характеризующих как вероятностные параметры ЧС, так и характеристики возможных последствий (ущерба).

Очевидный эффект в построении систем моделирования, дающих возможность более точно определять природу возникновения рисков ЧС и исследовать те или иные явления, которые оказывают воздействие на частоту возникновения рисков ЧС, можно обозначить 2-мя группами составляющих частей.

I группа представляет составляющие, характеризующие вероятность возникновения ЧС - возможность оказаться в опасности;

II группа определена подверженностью ее объектов опасностям возникновения негативного события - условная вероятность наступления деструктивных последствий [13].

Для применения правил модели векторно-матричной интерпретации рисков определим ряд составляющих, которые позволяют изучать особенности рисков возникновения ЧС, связанные с изменением характеристик возможности наступления неблагоприятных событий и характеристик возможных деструктивных явлений, учитывая реализацию мероприятий, направленных на их снижение. При изучении рисков возникновения ЧС нужно провести распределение совокупности «муниципальные образования» по численности проживающего на определенной территории населения, а также характеристиками уязвимости и подверженности воздействию последствиям ЧС. Данная совокупность выражена вектором с составляющими, равными распределению муниципальных образований по категориям.

В соответствии со СНиП, муниципальные образования в Российской Федерации распределены на четырнадцать категорий, в зависимости от численности населения, проживающего на их территории. Данный нормативный правовой акт является одним из основных актуальных документов, определяющих классификацию муниципальных образований, при этом, в нем определены конкретные численные показатели отнесения их к той или иной категории [14]. Возьмем за основу данную классификацию и представим ее в виде таблицы (табл. 1).

Данная классификация является исчерпывающей, соответственно, в каждом отдельном случае для оценки риска возникновения ЧС будут учтены параметры, подходящие для конкретных муниципальных образований.

С учетом проведенного категорирования вектор распределения по категориям выглядит следующим образом:

$$\vec{C} = (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7, c_8, c_9, c_{10}, c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}) \quad (2)$$

Указанные категории включают объекты нефтегазового комплекса $z^k, k=\{1..K\}$, различающихся по обеспеченности системами защиты, а также характеристикам, оказывающим влияние на подверженность последствиям ЧС.

Для проведения расчетов возьмем за основу модель матричного представления пожарных рисков, при моделировании структуры и динамики техногенных и рисков в социотехнических системах, предложенную Ю.В. Прусом. Представим составляющую риска, отвечающую за вероятность подвергнуться воздействию ЧС, диагональной матрицей V , составляющие которой соответствуют отдельным категориям, и определяются характеристиками возможности оказаться в зоне определенных деструктивных явлений [15]:

$$V^k = \begin{pmatrix} v_1^k & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \vdots & v_i^k & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & v_n^k \end{pmatrix} \quad (3)$$

Результат реализации конкретных мероприятий по предупреждению ЧС учитывается введением понижающих коэффициентов $w_k \leq 1$ для элементов V^k .

Предлагается модель, описывающая влияние проведения превентивных мероприятий на вероятность возникновения ЧС в течение определенного периода времени T . Возникновение ЧС связано с определенными деструктивными явлениями, происходящими по причине воздействия ряда техногенных и антропогенных факторов от 2-х отличных друг от друга видов источников, создающих единый поток [16]. Интенсивности I-го блока потоков $\lambda_i^k, i=\{1..I\}$ обусловлены характерными особенностями объектов нефтегазовой промышленности и территории, на которой они расположены. Интенсивности II-го блока потоков $\lambda_{i0}^k, i=\{1..I\}$ обусловлены вероятностью возникновения ЧС вследствие нарушения требований безопасности со стороны персонала рассматриваемых ПОО и населения каждой из категорий муниципальных образований. Вероятность возникновения ЧС с учетом результата реализации конкретных превентивных мероприятий определим как:

$$\rho^k = \left(\sum_{f=1}^F (\lambda_{f0}^k (1 - \alpha_f^k) + \alpha_f^k \lambda_{f*}^k) + \sum_{i=1}^I \lambda_{i0}^k (1 - \alpha_i^k) + \alpha_i^k \lambda_{i*}^k \right) T, \quad (4)$$

где $\lambda_{f0}^k, \lambda_{i0}^k$ цикл деструктивных явлений до и $\lambda_{f*}^k, \lambda_{i*}^k$ – после проведения превентивных мероприятий, а коэффициенты α_f^k и α_i^k являются показателями относительного охвата соответствующих источников и населения каждого из муниципальных образований. Как следует из формулы, с учетом результата реализации профилактических мероприятий целесообразно разделить каждый из циклов на подциклы, а группы источников и категорий на подгруппы.

Таблица 1

Классификация муниципальных образований в Российской Федерации

| Условное обозначение | Классификация муниципальных образований | Численность населения, чел. |
|----------------------|---|-----------------------------|
| C_1 | малые сельские поселения | до 50 |
| C_2 | малые сельские поселения | от 50 до 200 |
| C_3 | среднее сельские поселения | от 200 до 1 000 |
| C_4 | большие сельские поселения | от 1 000 до 3 000 |
| C_5 | крупные сельские поселения | от 3 000 до 5 000 |
| C_6 | крупные сельские поселения | свыше 5 000 |
| C_7 | поселки городского типа | до 10 000 |
| C_8 | малые города | от 10 000 до 20 000 |
| C_9 | малые города | от 20 000 до 50 000 |
| C_{10} | средние города | от 50 000 до 100 000 |
| C_{11} | большие города | от 100 000 до 250 000 |
| C_{12} | крупные города | от 250 000 до 500 000 |
| C_{13} | крупные города | от 500 000 до 1 000 000 |
| C_{14} | крупнейшие города | свыше 1 000 000 |

При условии реализации превентивных мероприятий составляющие матрицы V принимают вид:

$$v_i = (1 - a_i)v_i^0 + a_i v_i^* \tag{5}$$

где v_i^0 и v_i^* – вероятности проявления опасностей определенного вида (до, после проведения превентивных мероприятий);

a_i – степень охвата населения.

Классификация деструктивных явлений по категориям представляется в виде вектора (\vec{F}), на основе частотных характеристик соответствующих групп:

$$\vec{F} = (f_1, \dots, f_i, \dots, f_n) = \vec{C}V = (c_1, \dots, c_i, \dots, c_n) \begin{pmatrix} v_1 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & v_i & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & v_n \end{pmatrix} \tag{6}$$

С целью последующего обоснования эффективности реализации превентивных мероприятий предлагается распределить категории риска на соответствующие подгруппы, а вектор \vec{C} - на 2 вектора [13]:

$$\vec{C}^k = (c_1^k, c_2^k, c_3^k, c_4^k, c_5^k, c_6^k, c_7^k, c_8^k, c_9^k, c_{10}^k, c_{11}^k, c_{12}^k, c_{13}^k, c_{14}^k) = \vec{C}_0^k + \vec{C}_*^k = \vec{C}^k A^k + \vec{C}^k (E - A)^k =$$

$$= (c_1^k, c_2^k, c_3^k, c_4^k, c_5^k, c_6^k, c_7^k, c_8^k, c_9^k, c_{10}^k, c_{11}^k, c_{12}^k, c_{13}^k, c_{14}^k) =$$

$$\begin{pmatrix} a_1^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_2^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_3^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_4^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_5^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_6^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_7^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_8^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_9^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{10}^k & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{11}^k & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{12}^k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{13}^k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{14}^k \end{pmatrix} +$$

$$(a_1^k, a_2^k, a_3^k, a_4^k, a_5^k, a_6^k, a_7^k, a_8^k, a_9^k, a_{10}^k, a_{11}^k, a_{12}^k, a_{13}^k, a_{14}^k)^* \begin{pmatrix} 1-a_1^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-a_2^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1-a_3^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-a_4^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_5^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_6^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_7^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_8^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_9^k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_{10}^k & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_{11}^k & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_{12}^k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_{13}^k & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-a_{14}^k \end{pmatrix} =$$

$$= ((1-a_1^k)c_1^k, (1-a_2^k)c_2^k, (1-a_3^k)c_3^k, (1-a_4^k)c_4^k, (1-a_5^k)c_5^k, (1-a_6^k)c_6^k, (1-a_7^k)c_7^k, (1-a_8^k)c_8^k, (1-a_9^k)c_9^k, (1-a_{10}^k)c_{10}^k, (1-a_{11}^k)c_{11}^k, (1-a_{12}^k)c_{12}^k, (1-a_{13}^k)c_{13}^k, (1-a_{14}^k)c_{14}^k) +$$

$$+ (a_1^k c_1^k, a_2^k c_2^k, a_3^k c_3^k, a_4^k c_4^k, a_5^k c_5^k, a_6^k c_6^k, a_7^k c_7^k, a_8^k c_8^k, a_9^k c_9^k, a_{10}^k c_{10}^k, a_{11}^k c_{11}^k, a_{12}^k c_{12}^k, a_{13}^k c_{13}^k, a_{14}^k c_{14}^k)$$

где расположенные снизу индексы i^b и i^j определяют представителей тех или иных категорий, с которыми проводились или не проводились профилактические мероприятия; a_i^k - значения относительного охвата определенных категорий превентивными мероприятиями, определяющие размеры подгрупп $c_{i^b}^k$ и $c_{i^j}^k$.

Локальные частотные характеристики подверженности воздействию последствиям ЧС для муниципальных образований, расположенных в зоне одной ЧС представляются векторами:

$$\begin{aligned} \vec{F}^k &= (f_1^k, f_2^k, f_3^k, f_4^k, f_5^k, f_6^k, f_7^k, f_8^k, f_9^k, f_{10}^k, f_{11}^k, f_{12}^k, f_{13}^k, f_{14}^k) = \vec{C}^k V^k = \vec{C}_0^k V^k + \vec{C}_*^k V^k = \vec{F}_0^k + \vec{F}_*^k = \\ &= (f_1^k, f_2^k, f_3^k, f_4^k, f_5^k, f_6^k, f_7^k, f_8^k, f_9^k, f_{10}^k, f_{11}^k, f_{12}^k, f_{13}^k, f_{14}^k) + \\ &+ (f_1^k, f_2^k, f_3^k, f_4^k, f_5^k, f_6^k, f_7^k, f_8^k, f_9^k, f_{10}^k, f_{11}^k, f_{12}^k, f_{13}^k, f_{14}^k) = \\ &= p^k (c_{10}^k \tau_1^k, c_{20}^k \tau_2^k, c_{30}^k \tau_3^k, c_{40}^k \tau_4^k, c_{50}^k \tau_5^k, c_{60}^k \tau_6^k, c_{70}^k \tau_7^k, c_{80}^k \tau_8^k, c_{90}^k \tau_9^k, c_{100}^k \tau_{10}^k, c_{110}^k \tau_{11}^k, c_{120}^k \tau_{12}^k, c_{130}^k \tau_{13}^k, c_{140}^k \tau_{14}^k) + \\ &+ p^k (c_1^k \tau_1^k, c_2^k \tau_2^k, c_3^k \tau_3^k, c_4^k \tau_4^k, c_5^k \tau_5^k, c_6^k \tau_6^k, c_7^k \tau_7^k, c_8^k \tau_8^k, c_9^k \tau_9^k, c_{10}^k \tau_{10}^k, c_{11}^k \tau_{11}^k, c_{12}^k \tau_{12}^k, c_{13}^k \tau_{13}^k, c_{14}^k \tau_{14}^k). \end{aligned} \quad (8)$$

Перечень основных источников ЧС природного, техногенного и иного характера, возникновение которых возможно на территории субъектов Российской Федерации, определен нормативными правовыми документами МЧС России [17]. С учетом рассматриваемого в статье вопроса, выделим наиболее актуальные для проведения расчетов источники ЧС, возникновение которых в силу первичных или вторичных поражающих факторов может привести к нарушению функционирования и созданию аварийно опасной ситуации на ПОО, в нашем случае – объектах нефтегазового комплекса, расположенных на территории муниципальных образований. Соответственно, обозначим данные источники ЧС условно d_n и добавим эту составляющую в расчет (табл. 2).

Таблица 2

Виды источников ЧС, оказывающих негативное воздействие на функционирование ПОО в силу первичных или вторичных поражающих факторов

| Условное обозначение | Источник ЧС |
|----------------------|---|
| d_1 | природные пожары |
| d_2 | высокие уровни воды (половодье, зажор, затор, дождевой паводок) |
| d_3 | транспортные аварии и катастрофы |
| d_4 | техногенные пожары (взрывы) |
| d_5 | аварии с выбросом (угрозы выброса) аварийно химически опасных веществ |
| d_6 | аварии на электротеплосетях |
| d_7 | аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения |
| d_8 | инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных |
| d_9 | опасные метеорологические явления |

В процессе оценки риска возникновения ЧС для конкретных муниципальных образований проводится анализ произошедших ЧС за последние 10 лет. Соответственно, в каждом конкретном случае применимы только те источники ЧС, которые характерны для рассматриваемого муниципального образования, исходя из проведенного анализа.

Составляющую риска, отражающую подверженность муниципальных образований рискам возникновения ЧС, выразим прямоугольной матрицей S , составляющие которой определяют уязвимости отдельных вышеуказанных категорий c_i и определяются условными вероятностями S_{ij} наступления последствий j вида для населения муниципальных образований из c_i .

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & \dots & \dots & S_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n^0_1} & \dots & \dots & S_{nn} \end{pmatrix}. \quad (9)$$

С учетом результата реализации превентивных мероприятий, заключающихся в обучении населения порядку действий в случае возникновения ЧС, матрица **S** распадается на 2 подматрицы:

$$S_0 = 4 \begin{pmatrix} S_{1^0_1} & S_{1^0_2} & S_{1^0_3} & S_{1^0_4} & S_{1^0_5} & S_{1^0_6} & S_{1^0_7} & S_{1^0_8} & S_{1^0_9} & S_{1^0_{10}} & S_{1^0_{11}} & S_{1^0_{12}} & S_{1^0_{13}} & S_{1^0_{14}} \\ S_{2^0_1} & S_{2^0_2} & S_{2^0_3} & S_{2^0_4} & S_{2^0_5} & S_{2^0_6} & S_{2^0_7} & S_{2^0_8} & S_{2^0_9} & S_{2^0_{10}} & S_{2^0_{11}} & S_{2^0_{12}} & S_{2^0_{13}} & S_{2^0_{14}} \\ S_{3^0_1} & S_{3^0_2} & S_{3^0_3} & S_{3^0_4} & S_{3^0_5} & S_{3^0_6} & S_{3^0_7} & S_{3^0_8} & S_{3^0_9} & S_{3^0_{10}} & S_{3^0_{11}} & S_{3^0_{12}} & S_{3^0_{13}} & S_{3^0_{14}} \\ S_{4^0_1} & S_{4^0_2} & S_{4^0_3} & S_{4^0_4} & S_{4^0_5} & S_{4^0_6} & S_{4^0_7} & S_{4^0_8} & S_{4^0_9} & S_{4^0_{10}} & S_{4^0_{11}} & S_{4^0_{12}} & S_{4^0_{13}} & S_{4^0_{14}} \\ S_{5^0_1} & S_{5^0_2} & S_{5^0_3} & S_{5^0_4} & S_{5^0_5} & S_{5^0_6} & S_{5^0_7} & S_{5^0_8} & S_{5^0_9} & S_{5^0_{10}} & S_{5^0_{11}} & S_{5^0_{12}} & S_{5^0_{13}} & S_{5^0_{14}} \\ S_{6^0_1} & S_{6^0_2} & S_{6^0_3} & S_{6^0_4} & S_{6^0_5} & S_{6^0_6} & S_{6^0_7} & S_{6^0_8} & S_{6^0_9} & S_{6^0_{10}} & S_{6^0_{11}} & S_{6^0_{12}} & S_{6^0_{13}} & S_{6^0_{14}} \\ S_{7^0_1} & S_{7^0_2} & S_{7^0_3} & S_{7^0_4} & S_{7^0_5} & S_{7^0_6} & S_{7^0_7} & S_{7^0_8} & S_{7^0_9} & S_{7^0_{10}} & S_{7^0_{11}} & S_{7^0_{12}} & S_{7^0_{13}} & S_{7^0_{14}} \\ S_{8^0_1} & S_{8^0_2} & S_{8^0_3} & S_{8^0_4} & S_{8^0_5} & S_{8^0_6} & S_{8^0_7} & S_{8^0_8} & S_{8^0_9} & S_{8^0_{10}} & S_{8^0_{11}} & S_{8^0_{12}} & S_{8^0_{13}} & S_{8^0_{14}} \\ S_{9^0_1} & S_{9^0_2} & S_{9^0_3} & S_{9^0_4} & S_{9^0_5} & S_{9^0_6} & S_{9^0_7} & S_{9^0_8} & S_{9^0_9} & S_{9^0_{10}} & S_{9^0_{11}} & S_{9^0_{12}} & S_{9^0_{13}} & S_{9^0_{14}} \\ S_{10^0_1} & S_{10^0_2} & S_{10^0_3} & S_{10^0_4} & S_{10^0_5} & S_{10^0_6} & S_{10^0_7} & S_{10^0_8} & S_{10^0_9} & S_{10^0_{10}} & S_{10^0_{11}} & S_{10^0_{12}} & S_{10^0_{13}} & S_{10^0_{14}} \\ S_{11^0_1} & S_{11^0_2} & S_{11^0_3} & S_{11^0_4} & S_{11^0_5} & S_{11^0_6} & S_{11^0_7} & S_{11^0_8} & S_{11^0_9} & S_{11^0_{10}} & S_{11^0_{11}} & S_{11^0_{12}} & S_{11^0_{13}} & S_{11^0_{14}} \\ S_{12^0_1} & S_{12^0_2} & S_{12^0_3} & S_{12^0_4} & S_{12^0_5} & S_{12^0_6} & S_{12^0_7} & S_{12^0_8} & S_{12^0_9} & S_{12^0_{10}} & S_{12^0_{11}} & S_{12^0_{12}} & S_{12^0_{13}} & S_{12^0_{14}} \\ S_{13^0_1} & S_{13^0_2} & S_{13^0_3} & S_{13^0_4} & S_{13^0_5} & S_{13^0_6} & S_{13^0_7} & S_{13^0_8} & S_{13^0_9} & S_{13^0_{10}} & S_{13^0_{11}} & S_{13^0_{12}} & S_{13^0_{13}} & S_{13^0_{14}} \\ S_{14^0_1} & S_{14^0_2} & S_{14^0_3} & S_{14^0_4} & S_{14^0_5} & S_{14^0_6} & S_{14^0_7} & S_{14^0_8} & S_{14^0_9} & S_{14^0_{10}} & S_{14^0_{11}} & S_{14^0_{12}} & S_{14^0_{13}} & S_{14^0_{14}} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$$S_* = \begin{pmatrix} S_{1^*_1} & S_{1^*_2} & S_{1^*_3} & S_{1^*_4} & S_{1^*_5} & S_{1^*_6} & S_{1^*_7} & S_{1^*_8} & S_{1^*_9} & S_{1^*_{10}} & S_{1^*_{11}} & S_{1^*_{12}} & S_{1^*_{13}} & S_{1^*_{14}} \\ S_{2^*_1} & S_{2^*_2} & S_{2^*_3} & S_{2^*_4} & S_{2^*_5} & S_{2^*_6} & S_{2^*_7} & S_{2^*_8} & S_{2^*_9} & S_{2^*_{10}} & S_{2^*_{11}} & S_{2^*_{12}} & S_{2^*_{13}} & S_{2^*_{14}} \\ S_{3^*_1} & S_{3^*_2} & S_{3^*_3} & S_{3^*_4} & S_{3^*_5} & S_{3^*_6} & S_{3^*_7} & S_{3^*_8} & S_{3^*_9} & S_{3^*_{10}} & S_{3^*_{11}} & S_{3^*_{12}} & S_{3^*_{13}} & S_{3^*_{14}} \\ S_{4^*_1} & S_{4^*_2} & S_{4^*_3} & S_{4^*_4} & S_{4^*_5} & S_{4^*_6} & S_{4^*_7} & S_{4^*_8} & S_{4^*_9} & S_{4^*_{10}} & S_{4^*_{11}} & S_{4^*_{12}} & S_{4^*_{13}} & S_{4^*_{14}} \\ S_{5^*_1} & S_{5^*_2} & S_{5^*_3} & S_{5^*_4} & S_{5^*_5} & S_{5^*_6} & S_{5^*_7} & S_{5^*_8} & S_{5^*_9} & S_{5^*_{10}} & S_{5^*_{11}} & S_{5^*_{12}} & S_{5^*_{13}} & S_{5^*_{14}} \\ S_{6^*_1} & S_{6^*_2} & S_{6^*_3} & S_{6^*_4} & S_{6^*_5} & S_{6^*_6} & S_{6^*_7} & S_{6^*_8} & S_{6^*_9} & S_{6^*_{10}} & S_{6^*_{11}} & S_{6^*_{12}} & S_{6^*_{13}} & S_{6^*_{14}} \\ S_{7^*_1} & S_{7^*_2} & S_{7^*_3} & S_{7^*_4} & S_{7^*_5} & S_{7^*_6} & S_{7^*_7} & S_{7^*_8} & S_{7^*_9} & S_{7^*_{10}} & S_{7^*_{11}} & S_{7^*_{12}} & S_{7^*_{13}} & S_{7^*_{14}} \\ S_{8^*_1} & S_{8^*_2} & S_{8^*_3} & S_{8^*_4} & S_{8^*_5} & S_{8^*_6} & S_{8^*_7} & S_{8^*_8} & S_{8^*_9} & S_{8^*_{10}} & S_{8^*_{11}} & S_{8^*_{12}} & S_{8^*_{13}} & S_{8^*_{14}} \\ S_{9^*_1} & S_{9^*_2} & S_{9^*_3} & S_{9^*_4} & S_{9^*_5} & S_{9^*_6} & S_{9^*_7} & S_{9^*_8} & S_{9^*_9} & S_{9^*_{10}} & S_{9^*_{11}} & S_{9^*_{12}} & S_{9^*_{13}} & S_{9^*_{14}} \\ S_{10^*_1} & S_{10^*_2} & S_{10^*_3} & S_{10^*_4} & S_{10^*_5} & S_{10^*_6} & S_{10^*_7} & S_{10^*_8} & S_{10^*_9} & S_{10^*_{10}} & S_{10^*_{11}} & S_{10^*_{12}} & S_{10^*_{13}} & S_{10^*_{14}} \\ S_{11^*_1} & S_{11^*_2} & S_{11^*_3} & S_{11^*_4} & S_{11^*_5} & S_{11^*_6} & S_{11^*_7} & S_{11^*_8} & S_{11^*_9} & S_{11^*_{10}} & S_{11^*_{11}} & S_{11^*_{12}} & S_{11^*_{13}} & S_{11^*_{14}} \\ S_{12^*_1} & S_{12^*_2} & S_{12^*_3} & S_{12^*_4} & S_{12^*_5} & S_{12^*_6} & S_{12^*_7} & S_{12^*_8} & S_{12^*_9} & S_{12^*_{10}} & S_{12^*_{11}} & S_{12^*_{12}} & S_{12^*_{13}} & S_{12^*_{14}} \\ S_{13^*_1} & S_{13^*_2} & S_{13^*_3} & S_{13^*_4} & S_{13^*_5} & S_{13^*_6} & S_{13^*_7} & S_{13^*_8} & S_{13^*_9} & S_{13^*_{10}} & S_{13^*_{11}} & S_{13^*_{12}} & S_{13^*_{13}} & S_{13^*_{14}} \\ S_{14^*_1} & S_{14^*_2} & S_{14^*_3} & S_{14^*_4} & S_{14^*_5} & S_{14^*_6} & S_{14^*_7} & S_{14^*_8} & S_{14^*_9} & S_{14^*_{10}} & S_{14^*_{11}} & S_{14^*_{12}} & S_{14^*_{13}} & S_{14^*_{14}} \end{pmatrix}.$$

где расположенные снизу индексы i^* и i^0 определяют подгруппы, состоящие из муниципальных образований, профилактические мероприятия на территории которых, соответственно, осуществлялись или нет.

Добавим «вектор ожидаемых последствий», компоненты которого раскрывают составляющие ожидаемого ущерба по видам последствий от той или иной ЧС для населения муниципальных образований:

$$\vec{D} = (d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8, d_9) = \vec{C}VS = \vec{F}S = (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14})$$

$$\begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} & S_{15} & S_{16} & S_{17} & S_{18} & S_{19} & S_{110} & S_{111} & S_{112} & S_{113} & S_{114} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} & S_{26} & S_{27} & S_{28} & S_{29} & S_{210} & S_{211} & S_{212} & S_{213} & S_{214} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} & S_{35} & S_{36} & S_{37} & S_{38} & S_{39} & S_{310} & S_{311} & S_{312} & S_{313} & S_{314} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} & S_{45} & S_{46} & S_{47} & S_{48} & S_{49} & S_{410} & S_{411} & S_{412} & S_{413} & S_{414} \\ S_{51} & S_{52} & S_{53} & S_{54} & S_{55} & S_{56} & S_{57} & S_{58} & S_{59} & S_{510} & S_{511} & S_{512} & S_{513} & S_{514} \\ S_{61} & S_{62} & S_{63} & S_{64} & S_{65} & S_{66} & S_{67} & S_{68} & S_{69} & S_{610} & S_{611} & S_{612} & S_{613} & S_{614} \\ S_{71} & S_{72} & S_{73} & S_{74} & S_{75} & S_{76} & S_{77} & S_{78} & S_{79} & S_{710} & S_{711} & S_{712} & S_{713} & S_{714} \\ S_{81} & S_{82} & S_{83} & S_{84} & S_{85} & S_{86} & S_{87} & S_{88} & S_{89} & S_{810} & S_{811} & S_{812} & S_{813} & S_{814} \\ S_{91} & S_{92} & S_{93} & S_{94} & S_{95} & S_{96} & S_{97} & S_{98} & S_{99} & S_{910} & S_{911} & S_{912} & S_{913} & S_{914} \\ S_{101} & S_{102} & S_{103} & S_{104} & S_{105} & S_{106} & S_{107} & S_{108} & S_{109} & S_{1010} & S_{1011} & S_{1012} & S_{1013} & S_{1014} \\ S_{111} & S_{112} & S_{113} & S_{114} & S_{115} & S_{116} & S_{117} & S_{118} & S_{119} & S_{1110} & S_{1111} & S_{1112} & S_{1113} & S_{1114} \\ S_{121} & S_{122} & S_{123} & S_{124} & S_{125} & S_{126} & S_{127} & S_{128} & S_{129} & S_{1210} & S_{1211} & S_{1212} & S_{1213} & S_{1214} \\ S_{131} & S_{132} & S_{133} & S_{134} & S_{135} & S_{136} & S_{137} & S_{138} & S_{139} & S_{1310} & S_{1311} & S_{1312} & S_{1313} & S_{1314} \\ S_{141} & S_{142} & S_{143} & S_{144} & S_{145} & S_{146} & S_{147} & S_{148} & S_{149} & S_{1410} & S_{1411} & S_{1412} & S_{1413} & S_{1414} \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Отдельные составляющие ожидаемого ущерба (11) обусловлены комплексным наступлением негативных для населения муниципальных образований c_i событий, где I-ое - «население подвергается опасным факторам», имеющее v_i вероятность, II-ое - «вероятность возникновения определенного вида ЧС d_j для населения вследствие воздействия опасных факторов» с условной вероятностью s_{ij} .

Каждый компонент вектора ожидаемых последствий представляет собой сумму ожидаемых последствий вида j по всем категориям:

$$d_j = \sum_{i=1}^n c_i v_i s_{ij}. \quad (12)$$

Индивидуальный риск последствий вида j , усредненный по всем категориям, это отношение соответствующего компонента вектора ожидаемых потерь к общей мощности всех объектов:

$$R^j = d_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n c_i} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i v_i s_{ij}}{\sum_{i=1}^n c_i}. \quad (13)$$

Индивидуальный риск последствий вида j для выбранной категории рассчитывается как отношение вклада всех категорий в d_j к его мощности $\{c_i\}$:

$$R_i^j = v_i s_{ij}. \quad (14)$$

Рассчитаем вектор индивидуального риска по категориям, объединив вышеуказанные риски, а также вектор общего для всей совокупности населения индивидуального риска:

$$\vec{R}_i = (R_i^1, \dots, R_i^j, \dots, R_i^m). \quad (15)$$

$$\vec{R} = (R^1, \dots, R^j, \dots, R^m). \quad (16)$$

Для учета результата реализации превентивных мероприятий, последствия каждой категории распределим на 2 компонента $d_{j^0}^k, d_{j^*}^k$ ($o = \{1 \dots J\}$) последствий для охваченных и неохваченных превентивными мероприятиями категорий муниципальных образований. Тогда локальный «вектор ожидаемых последствий» можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} \vec{D}^k &= (d_1^k, d_2^k, d_3^k, d_4^k, d_5^k, d_6^k, d_7^k, d_8^k, d_9^k) = (d_{j^0}^k, d_{j^*}^k, d_{j^0}^k, d_{j^*}^k, d_{j^0}^k, d_{j^*}^k, d_{j^0}^k, d_{j^*}^k, d_{j^0}^k) + \\ &+ (d_{1^*}^k, d_{2^*}^k, d_{3^*}^k, d_{4^*}^k, d_{5^*}^k, d_{6^*}^k, d_{7^*}^k, d_{8^*}^k, d_{9^*}^k) = \\ &= \vec{D}_0^k + \vec{D}_*^k = \vec{F}_0^k S_0^k + \vec{F}_*^k S_*^k = \vec{C}_0^k V^k S_0^k + \vec{C}_*^k V^k S_*^k. \end{aligned} \quad (17)$$

Основные параметры, оказывающие влияние на количественные значения и структуру ожидаемых последствий в случае возникновения ЧС, определяются комплексом сил, средств и методов обеспечения функций защиты населения и территорий от ЧС. К весомым показателям также относят мероприятия, направленные на обучение населения действиям при возникновении ЧС, обеспечение СИЗ и иные меры превентивного характера.

Рассмотренная векторно-матричная интерпретация рисков возникновения ЧС заключается в представлении составляющих матриц V и S , входящих в вектор ожидаемых потерь, с учетом проведения превентивных мероприятий и наличия средств защиты от угроз возникновения ЧС.

Обоснованное выше усовершенствование и поэтапная интеграция основных элементов модели векторно-матричного представления рисков в проведение оценки рисков возникновения ЧС позволяет создать алгоритм сравнительного анализа эффективности распределения ресурсов для проведения превентивных мероприятий на основе оценки ожидаемого сокращения потерь. Кроме того, появляется основа для ранжирования реципиентов (муниципальных образований) ресурсов по целевым программам в субъектах Российской Федерации. Значимым результатом является возможность проведения комплексной оптимизации при обосновании целесообразности спланированных затрат на оборудование объектов нефтегазового комплекса путем расчета оптимального варианта сокращения потерь от ЧС.

В условиях складывающейся экономической обстановки в стране наиболее остро стоит потребность оптимизации средств федерального бюджета с сохранением качества и объемов выполняемых задач и последующим развитием нормативно-технического потенциала. В данной статье предложено применение адаптированной модели матричного представления пожарных рисков, при моделировании структуры и динамики техногенных рисков в социотехнических системах в качестве способа оценки риска возникновения ЧС на объектах экономики, расположенных на территориях муниципальных образований в Российской Федерации. Применение данного моделирования дает возможность провести объективный анализ рисков ЧС, характерных для указанных объектов и вывести среднее значение, общее для всех категорий моделирования. Актуальность вопроса заключается в необходимости наиболее оптимального планирования и расчета затрат для реализации государственных целевых программ на территориях муниципальных образований Российской Федерации по вопросам защиты населения и территорий от угроз возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Литература

1. Экономика и право. Энциклопедический словарь Габлера. М.: Издательский Дом «Экономическая газета». - 1998.
2. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. МЧС России: - М.: Деловой экспресс. - 2004.
3. Фалеев М.И., Быков А.А., Богатырев Э.Я. Экономические механизмы ресурсного обеспечения мероприятий по защите населения и территорий от угроз военного природного и техногенного характера. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2017.
4. Википедия [Электронный ресурс]. Нефтегазовый комплекс. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефтегазовый_комплекс (дата обращения: 23.03.2021).
5. Дунаев В.Ф., Шпаков В.А., Епифанова Н.П. и др. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности. 3-е изд., испр. и доп.: - М.: ЦентрЛитНефтеГаз. - 2008. – 305 с.
6. Шмаль Г.И. Как помочь «нефтедонору» // Российская Федерация сегодня. 2011. URL: <http://www.russia-today.ru/old/prodoljaem-temu/1257-gennadij-shmal-kak-pomoch-neftedonoru.html> (дата обращения: 22.03.2021).
7. Декларация общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска» «О дальнейшем развитии в Российской Федерации теории и практики оценки и управления рисками чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Принята решением VII конференции Общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска» 09 июня 2017 года.
8. ГОСТ Р 22.2.06-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта».
9. ГОСТ Р 55059-2012 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения».
10. Фалеев М.И. «Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций)», ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2016.
11. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М.: Издательский центр «Академия». – 2008. – С. 368.
12. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. О взаимосвязи риска с родственными понятиями и терминологии риск-менеджмента // Проблемы анализа риска. – 2013. –Т. 10. № 4.– С. 412.
13. Прус Ю.В., Колесникова А.Р., Клепко Е.А., Шаповалов В.М. Моделирование структуры и динамики техногенных и пожарных рисков в социотехнических системах. Технологии техно-сферной безопасности.- М. – 2014.
14. СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», зарегистрирован Росстандартом в качестве СП 42.13330.2010, дата введения 01.01.1990.
15. Прус Ю.В., Чистякова А.А., Россинская К.Г. Управление профилактической деятельностью на основе матричного представления рисков. Техносферная безопасность. - М.:– 2019.
16. Прус Ю.В. Структура и тензорные характеристики техногенных рисков. – М.: – 2014.
17. Приказ МЧС России от 08.07.2004. № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях».

Сведения об авторах

Калайдов Александр Николаевич, доцент, профессор кафедры гражданской обороны, защиты населения и территорий, Академия государственной противопожарной службы МЧС России.

Берестевич Мария Олеговна, адъюнкт, Академия государственной противопожарной службы МЧС России, +79029422951, hmtk@mail.ru.