

4. Подрезов Ю.В. Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.

5. Подрезов Ю.В., Борисова Л.Р. Регрессионные модели биолого-социальных чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации за 2005-2016 годы. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 6 за 2018.

Сведения об авторах

Борисова Людмила Робертовна, доцент департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий Финансового университета при Правительстве РФ; доцент кафедры «Высоких технологий в обеспечении безопасности жизнедеятельности» МФТИ (ГУ). Тел. 8-916-245-71-27 E-mail: borisovalr@mail.ru.

Подрезов Юрий Викторович, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84; e-mail: uvp4@mail.ru;

УДК 614.824(082)

DOI: 10.36535/0869-4176-2020-02-9

К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИМЕЮЩИХ ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Кандидат техн. наук *Е.В. Гвоздев*

**Национальный исследовательский Московский государственный
строительный Университет (НИУ МГСУ)**

Доктор техн. наук *Ю.Г. Матвиенко*

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН**

Рассматривается система комплексной техносферной безопасности, которую предложено создавать на предприятиях, имеющих опасные производственные объекты. Представлены концептуальные направления (задачи) для проведения исследований, в содержании которых вектор приоритета направлен в сторону минимизации (исключения) условий возникновения опасностей, что позволяет перевести рассматриваемую комплексную систему безопасности на новый качественный уровень управления.

Ключевые слова: техносферная безопасность, система комплексной техносферной безопасности, связанность отраслевых подсистем безопасности, координационный орган управления.

TO ENSURE COMPREHENSIVE SAFETY OF ENTERPRISES WITH HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

Ph.D.(Tech.) *E.V. Gvozdev*

Moscow State University University of Civil Engineering (MGSU)
National Research University

Dr (Tech.) *Yu.G. Matvienko*

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences

The system of complex technosphere safety is considered, which is proposed to be created at enterprises with dangerous production facilities. The paper presents conceptual directions (tasks) for conducting research, in the content of which the priority vector is directed towards minimizing (excluding) the conditions for the occurrence of hazards, which makes it possible to transfer the considered complex security system to a new qualitative level of management.

Keywords: technosphere security, complex technosphere security system, connectivity of industry security subsystems, coordination management body.

Процесс деятельности человека на всем протяжении его становления, совершенствования и развития подвержен различным видам опасных воздействий, которые возможно исключить (минимизировать) с помощью знаний, сформированных на основе анализа рисков. Без применения теории вероятностей в анализе и обосновании рисков созданный человеком окружающий нас мир техносферного пространства имел бы низкий уровень защищенности, безопасности и устойчивости к воздействиям различных опасностей.

В настоящее время, в период наивысшего уровня развития общества, у человечества возникает потребность в использовании благоприятных и исключению неблагоприятных возможностей. Для человека, участвующего в процессе выполнения трудовых функций, наряду с пониманием сущности риска возникновения природных опасностей, возникает потребность в обеспечении его безопасной средой обитания в различных местах временного присутствия и постоянного проживания на объектах техносферы. У работника предприятия, выполняющего трудовые обязанности за оплату стимулирующим ресурсом, возникают следующие вопросы:

- ✓ Какие опасности могут возникнуть в процессе функционирования предприятия?
- ✓ Какие средства и способы защиты применяются для обеспечения на производстве требуемого уровня безопасности?
- ✓ Какие гарантии предусмотрены на предприятии в случае возникновения различных видов повреждений и ущербов?

Для ответов на данные вопросы в условиях сложившейся действительности функционирования предприятий, имеющих опасные производственные объекты (ОПО), руководители и собственники компаний стремятся к эффективному управлению рисками, особенно на предприятиях производственного сектора.

На рис. 1 представлена система комплексной техносферной безопасности (далее – СКТБ), которую предложено создавать на предприятиях, использующих в технологическом процессе участки (площадки) ОПО [1-3], предназначенная для устойчивого преодоления опасностей, квалифицируемых как чрезвычайные ситуации (ЧС) природного или техногенного характера.

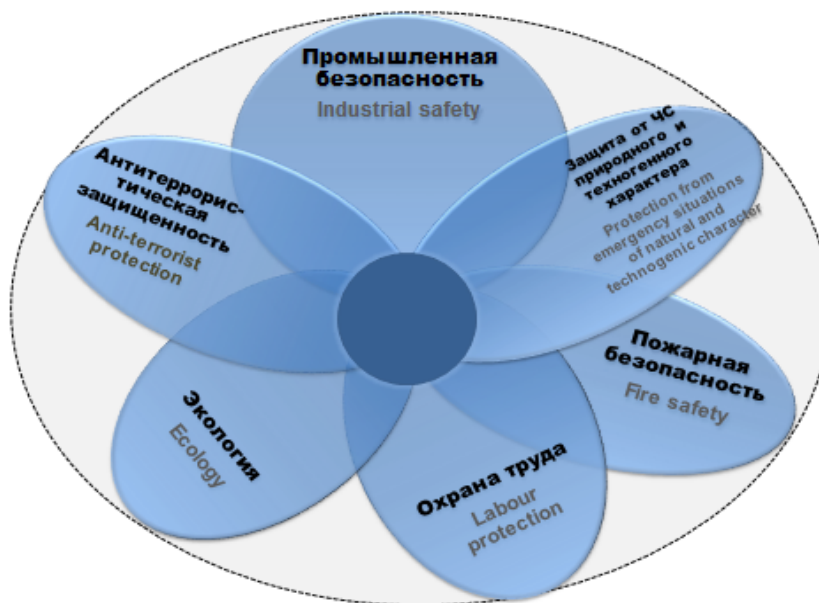


Рис. 1. Система комплексной техносферной безопасности отраслевых направлений

В СКТБ предлагается включить все отраслевые направления безопасности (антитеррористическую защищенность, промышленную и пожарную безопасности, блоки по предупреждению и ликвидации ЧС, охрану труда, экологию и т.д.). При этом курирующими органами управления, закрепленными за поименованными направлениями безопасности, являются соответствующие федеральные министерства и ведомства Российской Федерации (РФ).

В настоящее время для каждого из направлений безопасности (см. рис. 1) разработаны собственные требования, изложенные в различных федеральных законах, например, по направлению «промышленной безопасности» [4], по направлению «пожарной безопасности» [5] и т.д. Механизм реализации требований, разрабатываемых в форме подзаконных актов, поручен ведомству (куратору) закрепленного за ним направления безопасности. Работа ведомства направлена на совершенствование и разработку мероприятий по минимизации риска в закрепленном отраслевом направлении безопасности.

Функционирующая на предприятиях система безопасности в виде отдельных отраслевых направлений наделена существенными недостатками из-за практического отсутствия проработанных моделей по взаимодействию между подсистемами, а именно:

1. Не сформирован единый комплексный подход к взаимодействию между подсистемами безопасности, их качественной деятельности в следующих условиях функционирования СКТБ:

- в условиях повседневной деятельности;
- при возникновении ЧС техногенного характера;
- при деятельности в особых условиях предвоенного периода и в военное время.

2. Отсутствует единый комплексный подход к оценке рисков. Для отраслевых направлений обеспечения безопасности применяются различные, отличающиеся друг от друга «факторные» показатели, сопоставление которых вызывает серьезные затруднения даже у специалистов-экспертов.

3. При управлении комплексной безопасностью из-за ее раздробленности, используется информация с элементами несогласованности, иногда противоречивости, что не позволяет провести адекватную оценку сложившейся обстановки в условиях возникновения ЧС техногенного характера.

4. Не сформирован единый комплексный подход к рациональному содержанию ресурсом (персонал, материальные и финансовые средства) отраслевых подсистем безопасности (см. рис. 1). До настоящего времени стратегическое и оперативное планирование ресурса для обеспечения СКТБ организуется на основе интуитивных соображений руководителей управлений (отделов, служб и т.д.) отраслевых направлений безопасности предприятия [6].

Целью настоящей работы является формирование концептуальных направлений (задач) для совершенствования и развития комплексной безопасности, реализация которых позволит минимизировать условия возникновения опасностей на предприятиях, имеющих участки (площадки) ОПО.

Объектом исследования является СКТБ, создаваемая на предприятиях, имеющих участки (площадки) ОПО.

Анализ риск-ориентированных подходов

Проанализируем некоторые результаты научных исследований, связанных с описанием риск-ориентированных подходов при решении задач (проблем) возникновения опасностей в техносфере [7-10], а также с риском возникновения опасностей на предприятиях энергетики [11, 12].

В отмеченных работах решали риск-ориентированные задачи (проблемы) в виде комплексного подхода к анализу риска, его оценки и управления им. Вместе с тем, детализованный вектор достижения цели данных исследований был направлен в сторону одной из отраслевых подсистем безопасности (промышленной безопасности, пожарной безопасности, охраны труда, экологии и т.д.).

Для невилирования отмеченных недостатков безопасность предприятий, имеющих ОПО, предлагается рассматривать в комплексе с учетом особенностей функционирования всех взаимодействующих между собой функциональных направлений безопасности (промышленная и пожарная безопасность, защита от ЧС природного и техногенного характера, охрана труда и экологической безопасности, антитеррористическая защищенность и т.д.). При этом систему комплексной безопасности целесообразно представлять в виде СКТБ предприятия для реализации главной цели, направленной на минимизацию (исключение условий) возникновения любых видов опасностей на производстве (см. рис. 1) [1-3].

Такой методологический подход, относящийся к комплексному исследованию рисков возникновения опасностей, успешно развивается на крупном предприятии электроэнергетики Публичном Акционерном Обществе (ПАО) «Мосэнерго». Сейчас представленный подход считается инновационным и представительным. Он правильно отражает существо целевой функции безопасности и позволяет учитывать особенности функционирования каждой из отраслевых подсистем безопасности, входящих в СКТБ предприятия электроэнергетики. Его реализация позволит определять характеристики связанности между отраслевыми подсистемами безопасности, а также области (участки) рисков, нормированных по уровням воздействия на объекты защиты от *"наиболее высоких"* до *"незначительных"* [13]. Вместе с тем, представленный подход требует дальнейшего развития, совершенствования и практической апробации.

До сих пор в России в рисках комплексной безопасности объектов техносферы применяется ведомственный (отраслевой) нормативно-статистический вариант анализа и оценки риска, который направлен на максимальную разработку регламентационных требований к его минимизации каждым из отраслевых направлений безопасности. А при регламентации деятельности в отраслевых подсистемах безопасности просматривается использование разных подходов, отличающихся друг от друга факторных показателей, которые при сравнении трудно сопоставимы. Из-за недоработок в практическом исполь-

зовании моделей по взаимодействию отдельных отраслевых подсистем, входящих в СКТБ предприятия, отсутствует возможность их комплексного использования для совершенствования показателей безопасности объектов техносферы. В такой ситуации расчет на оптимальность становится минимальным.

Причиной такого положения является несоответствие между возможностью использования анализа риска в интересах практики безопасного функционирования объектов, недостаточное развитие научно-методической и нормативно-правовой баз по взаимодействию отраслевых направлений безопасности, а также по регламентированному взаимодействию с органами власти (администрацией субъекта РФ) по вопросам безопасного функционирования предприятий, имеющих ОПО, находящихся на территории субъекта РФ (муниципального образования) [6].

В настоящее время приняты к исполнению нормативно-правовые акты в виде требований отраслевых направлений безопасности, концептуальное перспективное развитие которых представлено в табл. 1.

Доминирующим и объединяющим целевым вектором из множества представленных направлений безопасности (табл. 1) является отраслевое направление, входящее в СКТБ, т.е. «защита населения и территории от ЧС природного и техногенного характера», а основной целью является *обеспечение устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, а также приемлемого уровня безопасности жизнедеятельности населения в чрезвычайных ситуациях*. Представленная к рассмотрению выделенная цель является объединяющей для остальных сформулированных целей подсистем безопасности, т.е. для отраслевого направления «защита населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» приемлемый уровень безопасности жизнедеятельности населения в ЧС, как категориальной дефиниции, является одной из жизненно важных потребностей человека. Таким образом, этот фактор становится объединяющим фактором [14].

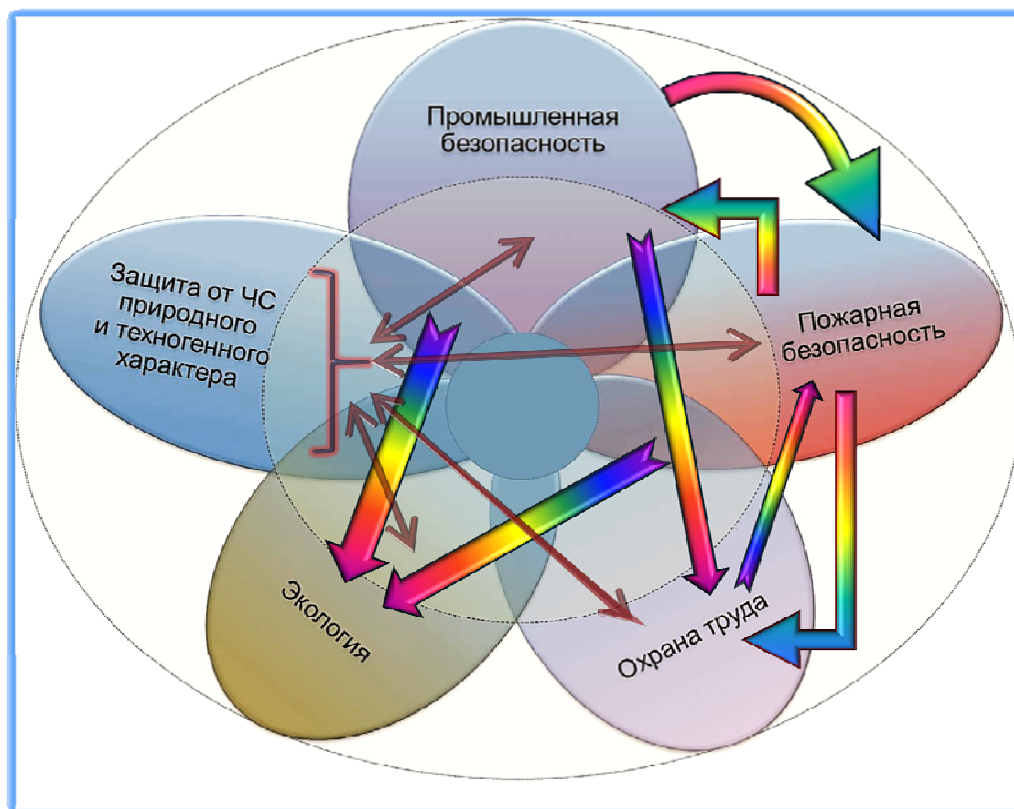


Рис. 2. Связь подсистем безопасности входящих в СКТБ при возникновении ЧС

Состояние защищенности, т.е. безопасность любого предприятия имеющего, участки (площадки) ОПО, определяется величиной запаса преодоления опасностей подсистем, входящих в СКТБ. Однако, опасность, возникшая с превышением запаса ее преодоления подсистемой безопасности, как правило, вызывает цепную реакцию осуществления других видов опасностей (рис. 2), последствия которых подлежат оценке в вероятностной постановке на основе риск-ориентированного подхода.

Таблица 1

Нормативно-правовое обеспечение комплексной безопасности объектов, при реализации основных целей отраслевых подсистем безопасности

Отраслевое направление безопасности	Курирующее ведомство	Стратегический документ, его название	Основная цель
<i>Промышленная безопасность</i>	Федеральная служба по эколог., технолог. и атомн. надзору РОСТЕХНАДЗОР	Указ Президента РФ «Об Основах государственной политики в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» (№198 от 06.05.2018)	<i>Предупреждение аварий и инцидентов на промышленных объектах...</i>
<i>Пожарная безопасность</i>	МЧС России	Указ Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» (№2 от 01.01.2018)	<i>Обеспечение необходимого уровня защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров...</i>
<i>Гражданская оборона</i>	МЧС России	Указ Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года» (№696 от 20.12.2016)	<i>Обеспечение необходимого уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях...</i>
<i>Защита населения и территории от ЧС природного и техногенного характера</i>	МЧС России	Указ Президента РФ «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года» (№12 от 11.01.2018)	<i>Обеспечение устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, а также приемлемого уровня безопасности жизнедеятельности населения в чрезвычайных ситуациях...</i>
<i>Охрана труда</i>	Федеральная служба по труду и занятости РОСТРУД	Распоряжение Правительства РФ «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (№1662-р от 17.11.2008г.)	<i>Создание условий труда, позволяющих сохранить трудоспособность работающего населения на всем протяжении профессиональной карьеры...</i>
<i>Экологическая безопасность</i>	Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации	Указ Президента РФ «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года» (30.04.2012г.)	<i>Реализация права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности</i>
<i>Противодействие терроризму</i>	МВД России; ФСБ России; Росгвардия	Указ Президента РФ «Концепция противодействия терроризму в Российской Федерации (5 октября 2009 года)	<i>Обеспечение безопасности граждан и антитеррористической защищенности критически важных объектов инфраструктуры и жизнеобеспечения, мест с массовым пребыванием людей от террористических посягательств</i>

На основе представленной информации сделаны выводы о том, что из-за непроработанности на практике моделей по связанности между подсистемами безопасности, входящими в СКТБ предприятия, возникает вероятность перехода опасности из одной подсистемы в другую, что говорит о необходимости комплексного решения данной проблемы.

Обеспечение качественного функционирования СКТБ на предприятиях, имеющих ОПО

Комплексная безопасность предприятий, имеющих участки (площадки) ОПО, нуждается в создании надежного инструмента для проведения оценки состояния подсистем безопасности входящих в СКТБ с точки зрения риск-ориентированного подхода. Предлагается выделить следующие базовые приоритеты, которые будут обозначены в виде главных целей подсистем безопасности (см. табл. 1) и будут иметь вектор направленности в сторону трех связанных между собой и идущих параллельно базовых стратегических целей:

- защита жизни и здоровья людей;
- защита окружающей природной среды;
- устойчивое функционирование объектов техносферы (предприятий) в случае возникновения ЧС [15].

С учетом изложенного, при принятии критериев обеспечения условий безопасной эксплуатации объектов техносферы (предприятий) необходимо учитывать потенциал прикладных и фундаментальных исследований, научно-технических разработок, материалов прошедших экспертизу через нормативную базу регулирующих органов. Использование обработанной информации позволит получить новые количественные данные об уровне риска и защищенности объектов в рамках отраслевых направлений безопасности, представленных в табл. 1.

При анализе условий функционирования СКТБ, созданной на предприятиях, имеющих участки (площадки) ОПО, потребуется предусматривать многовариантные сценарии развития опасных событий с учетом развития сопутствующих им опасностей и рисков, где центральными блоками защиты являются «человек» и «природа» вместе с окружающими их блок-факторами, а, именно, антропогенным, техногенным и природным (АПТ) факторами (рис. 3) [16].

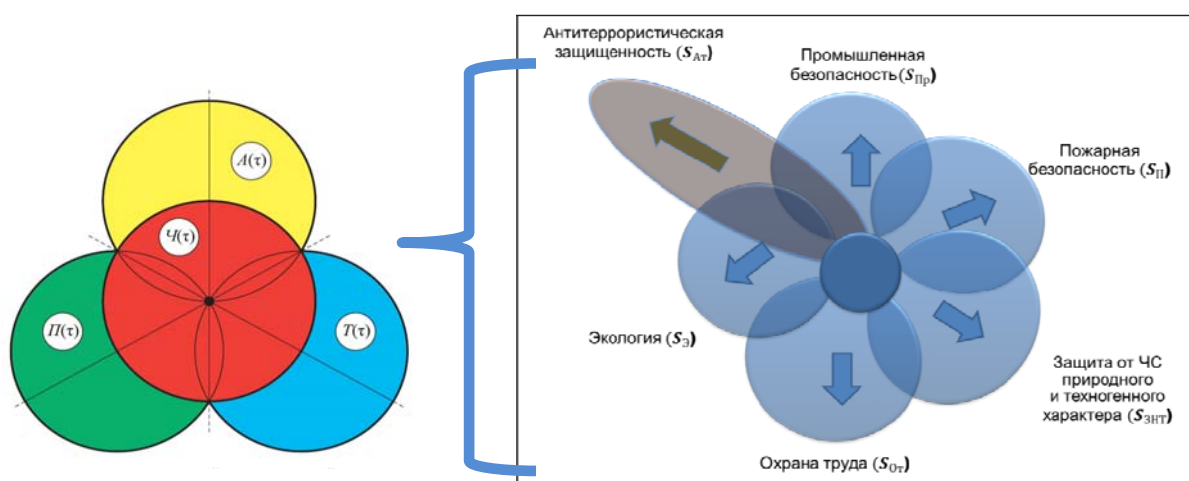


Рис. 3. Концепция безопасности «Человек» + «Природа» + АПТблок-факторы

Развитие представленной сложной многогранной модели заключается в перспективном проведении исследований в следующих направлениях:

1. В проведении исследования по безопасному технологическому процессу функционирования той или иной отраслевой подсистемы безопасности, входящей в СКТБ, на протяжении установленного периода времени с применением универсальных комплексных рискованных показателей.

2. В проведении исследований по ожидаемой вероятности того, что исследуемый процесс по безопасному технологическому процессу функционирования той или иной отраслевой подсистемы безопасности не выйдет за допустимые (ограниченные) пределы.

3. В проведении исследований по требуемой ресурсной обеспеченности той или иной отраслевой подсистемы безопасности, предназначенной для минимизации рисков.

4. В проведении исследований по комплексному автоматизированному управлению СКТБ, созданной на объектах техносферы (предприятиях) [17].

Например, при реализации *первого направления*, связанного с безопасным технологическим процессом функционирования той или иной отраслевой подсистемы безопасности, входящей в СКТБ, будем применять комплексные рискованные показатели X_1, X_2, \dots, X_k в моменты времени τ , распределения таких параметров, а также другие комплексные показатели. Тогда при оценке состояния СКТБ появится возможность представить систему в виде многомерной функции $Q(X_1, X_2, \dots, X_k)$, где каждый показатель исследуемой системы будет оцениваться в отрезок времени от 0 до τ_n для области T_1 . Тогда значения этой функции $Q(\tau_0), Q(\tau_1), \dots, Q(\tau_n)$, будут иметь отношение к временным интервальным значениям $\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_n \in T_1$. При такой постановке задачи появляется возможность определить значения этой функции $Q(\tau_{n+1}), Q(\tau_{n+2}), \dots, Q(\tau_{n+m})$ для других исследуемых временных значений $\tau_{n+1}, \tau_{n+2}, \dots, \tau_{n+m} \in T_2$, т.е. учесть вероятность возникновения опасности в неконтролируемой области для будущего значения времени T_2 .

Рассматриваемая задача может также решаться через определение показателей, входящих непосредственно в функцию $Q(X, \tau)$, или посредством нахождения сначала параметра $X_s, s = \overline{1, k}$, а затем $Q(X, \tau)$. Такой порядок решения будет справедлив при условии, что на основе значений $Q(X, \tau_0), \dots, Q(X, \tau_n)$ будут определяться величины $Q(X, \tau_{n+1}), \dots, Q(X, \tau_{n+m})$. Представление возможности для рассматриваемого допущения зависит во многом от степени исследования функционирования рассматриваемой системы, т.е. от наличия данных, полученных в период времени T_1 , т.е. от 0 до τ_n .

Другой подход связан с реализацией *второго направления*, в содержании которого предусматривается рассмотрение сценария, связанного с вероятностью выхода опасности за границы допустимых значений, установленных для отраслевой подсистемы, входящей в СКТБ предприятия. При решении подобного рода задач необходимо определить следующую логическую последовательность:

– пусть известны значения параметров $X_s (s = 1, 2, \dots, k)$, полученные в момент времени $\tau_i (i = 0, 1, 2, \dots, n)$;

– в каждый момент времени τ_i функция состояния $Q(X, \tau_i)$ полностью характеризуется функцией распределения $F_i(Q)$.

При наличии известных значений $X_s(\tau_i), Q(X, \tau_i), F_i(Q), \tau_i \in [0.. \tau_n]$, требуется вычислить

$$F_{n+j}(\varepsilon) = P\left\{ \left| Q(X, \tau_{i+j}) - Q_H(X) \right| < \varepsilon \right\}, \quad \varepsilon = Q^*(X_s) - Q_H(X_s),$$

где $Q^*(X_s)$ и $Q_H(X_s)$ – допустимые и номинальные (вероятностные) значения, которые рассматриваются в функции $Q(X, \tau)$ в области временных интервальных значений $\tau_{n+1}, \dots, \tau_{n+m}$ для значений τ_{n+j} ($j=1, 2, \dots, m$) [18].

Заключение

При решении задач, связанных с совершенствованием (оптимизацией) комплексной системы безопасности предприятия, именуемой СКТБ, особое значение приобретает получение полной информации о комбинации всех исследуемых параметров, в их непосредственном взаимодействии, что позволяет провести комплексную оценку состояния рассматриваемой системы.

Положительная динамика в минимизации условий возникновения опасностей на объектах защиты техносферы будет просматриваться при комплексном проведении мероприятий, связанных с диагностикой и мониторингом функционирования объектов, оценкой их технического состояния, оценкой и мониторингом рисков функционирования отраслевых подсистем, входящих в межотраслевую СКТБ, создаваемую на производственных предприятиях.

Литература

1. Гвоздев Е.В., Бутузов С.Ю., Сулима Т.Г., Арифджанов С.Б. Формализованная модель оценки надежности тепловых электрических станций/ Е.В. Гвоздев, С.Ю. Бутузов, Т.Г. Сулима, С.Б. Арифджанов// Пожаровзрывобезопасность. - 2019. - Т. 28. - № 2. - С. 47-56. DOI: 10.18322/PVB/2019.28.02.47-56.
2. Гвоздев Е.В. Разработка метода обнаружения и агрегирования показателей опасностей, воздействующих на объекты защиты предприятия и окружающую среду // XXI век. Техносферная безопасность. - 2018. - Т. 3, № 3(11). - С. 69–81. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-3-69-81.
3. Гвоздев Е.В. Анализ надежности функционирования системы комплексной техносферной безопасности предприятия на основе вероятностей деструктивного воздействия и его преодоления подсистемой безопасности // XXI век. Техносферная безопасность. - 2018. - Т. 3, № 4(12). - С. 51–66. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-4-51-66.
4. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ.
5. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.
6. Гвоздев Е.В., Матвиенко Ю.Г. Комплексная оценка риска на предприятиях жизнеобеспечения, имеющих опасные производственные объекты// Безопасность Труда в Промышленности. - 2019, №10; С. 69-78. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-10-69-78.
7. Гражданкин А.И. Анализ опасностей и оценка риска крупных аварий в нефтегазовой промышленности: дис. ... д-ра техн. наук. — М. - 2017.
8. Демин В.Ф. Анализ риска в обеспечении безопасности человека в чрезвычайных ситуациях: дис. ... д-ра техн. наук. — М. - 2016.
9. Трунева В.А. Совершенствование методов определения расчетных величин пожарного риска для производственных зданий и сооружений нефтегазовой отрасли: дис. ... канд. техн. наук. — М. - 2015.
10. Шахманов Ф.Ф. Риск-ориентированный метод осуществления пожарного надзора автомобильных газозаправочных станций: дис. ... канд. техн. наук. — СПб. - 2018.
11. Aneiba A., Melad M. Performance Evaluation of AODV, DSR, OLSR, and GRP MANET Routing Protocols Using OPNET// International Journal of Future Computer and Communication. — 2016. — Vol. 5. — № 1. — P. 57–60. DOI: 10.18178/ijfcc.2016.5.1.444.

12. Billinton R., Li W. Reliability assessment of electric power systems using Monte Carlo methods. New York — London: Plenum Press. - 1994. — 351 p. DOI: 10.1007/978-1-4899-1346-3.
13. Гвоздев Е.В., Литвинова М.А., Матвиенко Ю.Г., Мухин В.И. Методический подход к управлению риском в техносфере: на примере предприятия по жизнеобеспечению региона. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, научный информационный сборник №5, 2019. С 4-14.
14. Gvozdev E.V., Cherkina V.M. The Modern Strategy to the Process of Managing Complex Security of the Enterprise on the Basis of Rational Centralization. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-1, November, 2019. DOI: 10.35940/ijitee.A4944.119119.
15. Постановление Правительства РФ от 3 января 2014 года «Прогноз научно-технического развития Российской Федерации до 2030 года».
16. Проблемы прочности, техногенной безопасности и конструкционного материаловедения /Под ред. Н.А.Махутова, Ю.Г.Матвиенко, А.Н.Романова. М.:ЛЕНАНД. - 2018. — 720 с.
17. Махутов Н.А. Анализ рисков и обеспечение защищенности критически важных объектов нефтегазохимического комплекса: учебное пособие / Н.А. Махутов, В.Н. Пермяков, Р.С. Ахметханов, и др. – Тюмень: ТюмГНГУ. - 2013. – 560 с.
18. Безопасность России. Анализ рисков и управление безопасностью. – М.: МГФ «Знание». - 2008. – 528 с.

Сведения об авторах

Гвоздев Евгений Владимирович, доцент кафедры комплексной безопасности в строительстве НИУ МГСУ. Россия, 129337, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, 26, e-mail: evgvozdev@mail.ru

Матвиенко Юрий Григорьевич, заведующий отделом Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, 101990, Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4, e-mail: matvienko7@yahoo.com

УДК 351.861

DOI: 10.36535/0869-4176-2020-02-10

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ СМЕРЧЕЙ, СПОСОБОВ И СРЕДСТВ БОРЬБЫ С НИМИ

Доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук Ю.В. Подрезов
ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
Московский физико-технический институт

Выполнен анализ современных возможностей оценки последствий смерчей, способов и средств борьбы с ними. Показаны современные представления об особенностях формирования и развития смерчей (торнадо). Приведены данные по современным и перспективным технологиям борьбы со смерчами. Сделан вывод о том, что современные