

УДК 519.95

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ НА ОБЪЕКТАХ ГАЗПРОМА

© О.В. Кондраков

Ключевые слова: системный подход; математическое моделирование; риск; технический риск.

В работе рассматривается постановка задачи управления риском на объектах Газпрома. Использована методология системного подхода и математического моделирования.

Развитие новых технологий в промышленности привело к созданию сложных технических систем, таящих в себе потенциальную опасность аварий крупного масштаба. Для исследования потенциальных аварий и их последствий на таких системах активно применяется методология отказа техногенного риска.

На сегодняшний день не сформировалось единого концептуального подхода к понятию риска. Приведем некоторые понятия.

Риск – характеристика ситуации или действия, когда возможны многие исходы, существует неопределенность в отношении конкретного исхода и, по крайней мере, одна из возможностей нежелательна.

Риск – вероятность возникновения неблагоприятной ситуации (появления неблагоприятного события).

Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий.

Технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня за определенный период функционирования опасного производственного объекта.

В работе [1] предложено классифицировать риски по следующим признакам (рис. 1):

– по источникам риска:

техногенный – риск, источником которого является хозяйственной деятельностью человека;

природный – риск, связанный с природными явлениями, такими как землетрясения, наводнения и т. д.;

– по виду источника риска:

для любого объекта риска (отдельного производства, предприятия или отрасли в целом) источники риска можно подразделить на *внешние* – т. е. существование или образование которых не связано с деятельностью данного объекта риска; *внутренние* – те, которые находятся в прямой зависимости от функционирования объекта; *риски, связанные с человеческим фактором* – ошибки конкретных лиц (работников предприятия, проектировщиков и т. д.);

– по характеру наносимого ущерба: экологический; социальный; экономический.

В отличие от данной классификации некоторые авторы [2] под экологическим риском понимают количественную меру опасности возникновения негативных изменений в природной среде и ухудшения здоровья людей, т. е. в основе понятия лежит причина возникно-

вения экологического риска, а не следствие. В словаре-справочнике [3] риск экологический определяется как вероятность деградации окружающей среды или перехода ее в неустойчивое состояние в результате текущей или планируемой деятельности; возможность потери контроля за происходящими экологическими событиями. Экологический риск является мерой экологической безопасности и характеризуется вероятностью возникновения неблагоприятного события (аварии техногенного характера с негативными экологическими последствиями), величиной возможного ущерба, неопределенностью момента возникновения, интенсивности и последствий возможного неблагоприятного воздействия.

Таким образом, по характеру наносимого ущерба (последствиям) риски предложено классифицировать на техногенные, наносящие экономический и социальный ущерб, и экологические.

По величине ущерба риск различают: *допустимый; предельный; катастрофический*.

По уровню опасности: *неприемлемый* – риск $> 10^{-6}$; *приемлемый* – $10^{-6} \leq \text{риск} \leq 10^{-8}$; *безусловно приемлемый* – риск $> 10^{-8}$.

Приемлемый риск – риск, уровень которого допустим и обоснован из экономических и социальных соображений. Риск эксплуатации промышленного объекта является приемлемым, если его величина настолько незначительна, что ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск. Выделяют 3 уровня риска по степени его возрастания: нижний уровень – область пренебрежимо малого риска; средний уровень – область приемлемого риска, ограниченная верхней границей – предельно допустимым уровнем риска; верхний уровень – область чрезмерного риска. Поскольку естественными границами риска для человека является диапазон между 10^{-2} (вероятность заболеваемости на душу населения) и 10^{-6} (нижний уровень риска от природной катастрофы или другой серьезной опасности), техногенный риск считается приемлемым, если он меньше 10^{-6} . Таким образом, приемлемый уровень риска устанавливается в диапазоне 10^{-6} – 10^{-8} . Это такой уровень риска, который соответствует риску поездки на автомобиле на 100 км, полету на самолете на 650 км.

По времени воздействия различают риск: *краткосрочный* – опасное воздействие не превышает по вре-

мени 1 ч, например, взрыв или небольшой пожар; *среднесрочный* и *долгосрочный* связаны с появлением радиации, уничтожением флоры и фауны и другие, последствия которых могут сказываться долгое время.

По частоте воздействия: *постоянный* – риск, воздействие которого существует постоянно; *периодический* – риск, возникающий время от времени (например, при пуске или остановке оборудования); *разовый* – риск, появляющийся при создании нестандартной ситуации.

По уровню воздействия: *локальный*; *глобальный*.

По масштабу воздействия: *масштабный*; *коллективный*.

По восприятию риска людьми: *добровольный*; *принудительный*.

Риск, связанный с возникновением аварийных ситуаций на предприятии, для работающих на данном предприятии будет добровольным, а для населения, проживающего вблизи предприятия, – принудительным.

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварии.

Коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени.

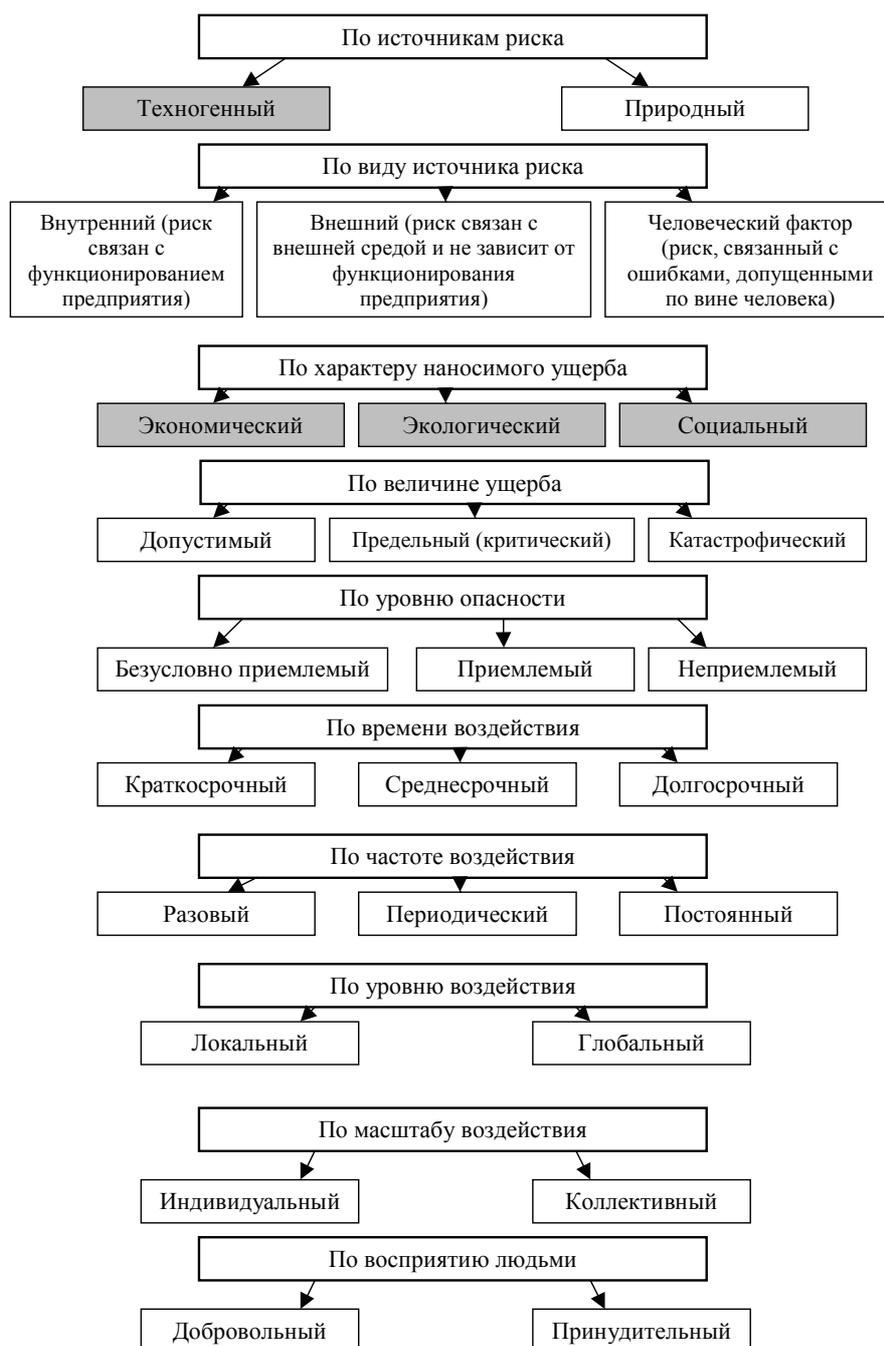


Рис. 1. Классификация рисков

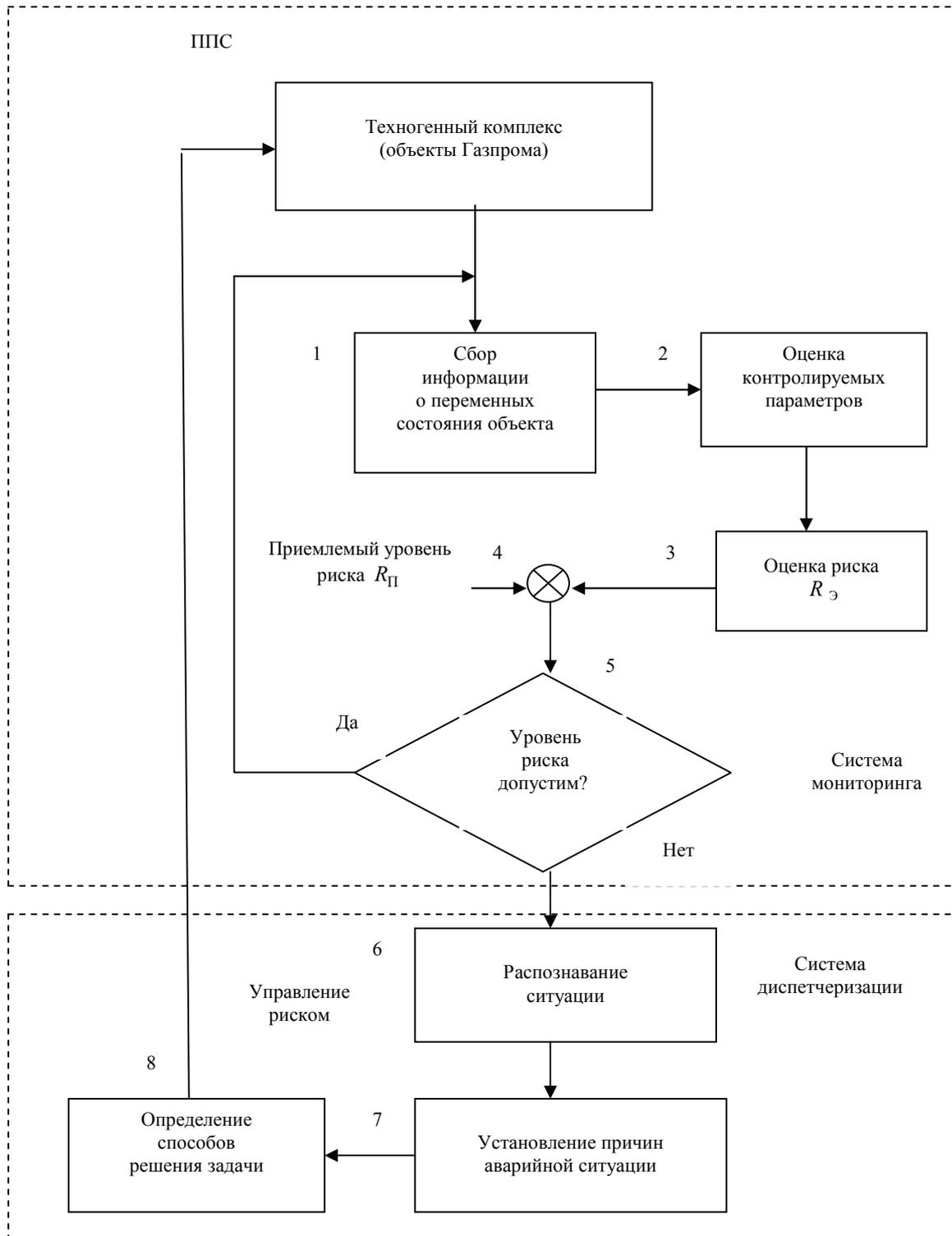


Рис. 2. Схема работы систем мониторинга и диспетчеризации безопасности объектов Газпрома

Величину риска в общем случае представляют в виде трех компонент [2]: $R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3$, где R – уровень риска, т. е. вероятность нанесения определенного ущерба человеку и окружающей среде, R_1 – вероятность возникновения события, обуславливающего формирование и действие вредных (поражающих) факторов, R_2 – вероятность формирования определенных

уровней физических полей, ударных нагрузок, полей концентраций вредных веществ в различных средах и их дозовых нагрузок, воздействующих на людей и другие объекты биосферы, R_3 – вероятность того, что указанные выше уровни полей и нагрузок приведут к определенному ущербу.

Общее понятие риска включает в себя следующие компоненты: 1) частота (F) ожидаемого нежелатель-

ного события (аварии) 2) последствия (С), которые являются мерой серьезности нежелательного события (аварии). Таким образом, риск есть функция двух переменных – частоты и последствий нежелательного события

$$R = f\{F, C\},$$

где F – частота, C – последствия.

Иногда риск интерпретируют как математическое ожидание ущерба, возникающего при авариях, катастрофах и опасных природных явлениях:

$$R_{MO} = \sum_{i=1}^n P_i Y_i,$$

где R_{MO} – уровень риска, выраженный через математическое ожидание ущерба, P_i – вероятность возникновения опасного события i -го вида; Y_i – возможные значения ущерба при i -м событии.

В работе [4] для описания риска хронической интоксикации, связанной с загрязнением тропосферы, рекомендовано уравнение следующего вида:

$$R_s = 1 - \exp\left(-0,174 \left(\frac{C}{C_{lim} \cdot K}\right)^\beta t\right).$$

Оно выражает потенциальный риск заболевания населения как функцию кратности превышения концентрации вредных веществ в воздухе для различных классов опасности, определяемых параметрами β и K .

В настоящей работе объектом исследования являются техногенно опасные объекты Газпрома.

Объект повышенной опасности может находиться в двух устойчивых состояниях – нормальном и пораженном. Переход из одного состояния в другое происходит через неустойчивое состояние, которое называется аварийной ситуацией [5].

Состояние объекта описывается n -мерным вектором в фазовом пространстве.

$$S = \{T_i; N_i; M_i; D_i; C_i; R_i(u)\},$$

где T_i – технологические параметры; N_i – возможность отказа элементов; M_i – вектор метеопараметров; D_i – механические повреждения; C_i – концентрация газа в приземном слое тропосферы; $R_i(u)$ – функция экологического риска, соответствующая ситуации $s_i \in S$.

Обычно имеется нижняя и верхняя границы параметров, внутри которых процессы протекают устойчиво. Выход параметров за границу устойчивости является признаком аварийности ситуации, т. е. потерей устойчивости. Вернуть процесс в прежние границы теперь может только специальная система аварийной защиты. Если это произошло, то аварийная ситуация считается локализованной, в противном случае объект

переходит в пораженное состояние, характеризующееся полной потерей контроля и управления.

С этого момента он сам становится источником поражающих факторов для окружающей среды, т. е. возникает новый k -мерный вектор состояния объекта, координатами которого являются поражающие факторы: ударная волна, тепловое излучение, химическое заражение и т. д.

Возможности управления этим новым вектором, как правило, ограничены и требуют привлечения значительных региональных сил и средств. Этот вектор является источником ущерба, особенность которого состоит в практически полной неконтролируемости в реальном масштабе времени, причем с возрастанием времени от момента возникновения аварийной ситуации до перехода в пораженное состояние неопределенность увеличивается нелинейно.

Разобьем множество состояний техногенно опасных объектов S на два подмножества S_1 и S_2 , где S_1 – множество всех штатных состояний, а S_2 – множество аварийных состояний, причем $S_2 = S/S_1$.

Существование множества S_2 и определяет необходимость разработки системы управления техногенно опасными объектами (рис. 2).

Постановку задачи управления сформулируем следующим образом. Пусть $J(R(u), \Delta t)$ – критерий, по которому осуществляется управление состоянием $s_i \in S_2$, где u – вектор управления (представляющих собой определенные организационно-технологические мероприятия), а $\Delta t = (t - t_0)$ – время развития аномальной ситуации в ППС, t_0 – момент возникновения аномальной ситуации, t – текущее время. Тогда для любого i -го состояния тропосферы $s_i \in S_2$ требуется определить оптимальный вариант управленческого решения \bar{u}^* , при котором

$$J(R(\bar{u}^*), \Delta t) = \underset{\bar{u} \in U}{Min} J(R(\bar{u}), \Delta t), \quad (1)$$

где U – множество «допустимых» для управления ситуацией s_i решений.

Решение задачи (1) весьма затруднительно. Во-первых, необходимо установить причины возникновения любого из множества состояний $s_i \in S_2$. Во-вторых, после идентификации причин появления состояния s_i оказываются неизвестны способы его нормализации. В других же случаях способов нормализации может оказаться несколько, но неизвестна их эффективность. Диспетчер должен располагать информацией о влиянии управлений \bar{u} на объектах газовой промышленности. А это является самостоятельной задачей. В-третьих, из множества допустимых решений надо найти оптимальное, в смысле принятого критерия, решение \bar{u}^* .

Исходя из этого задача оперативного управления безопасностью техногенных объектов заключается, в первую очередь, в своевременном выявлении (иденти-

фикации) производственных опасностей и осуществлении управляющих воздействий, направленных на устранение причин, вызвавших возникновение отказов в системе, предотвращение развития отказов в аварийные ситуации и предотвращение дальнейшего развития аварийных ситуаций. В итоге получается типичная задача управления безопасностью в условиях неопределенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Макарова А.С. Разработка моделей и методики оценки риска для предприятий химической промышленности // Химическая промышленность. 1998. № 7. С. 55-63.
2. Снакин В.В. Экология и охрана природы: словарь-справочник / под ред. акад. А.Л. Яншина. М.: Academia, 2000. 384 с.

3. Владимиров В.А., Измаков В.И. Катастрофы и экология. М.: Центр стратегических исследований МЧС, ООО «Контакт-культура», 2000. 380 с.
4. Алымов В.Т., Крапчатов В.П., Тарасова Н.П. Анализ техногенного риска. М.: Круглый стол, 2000. 160 с.
5. Потехин Г.С., Прохоров Н.С., Терещенко Г.Ф. Управление риском в химической промышленности // ЖВХО. 1990. Т. 35. № 4. С. 421-424.

Поступила в редакцию 26 марта 2009 г.

Kondrakov O.V. Definition of the risk management task on the Gazprom objects. In the work definition of the risk management task on the Gazprom objects is considered. The methodology of the system approach and mathematical modeling is used

Key words: risk; technical risk.