



Инновационное управление риском в жизненном цикле технических систем

А.В. Протасов

к.т.н., доцент кафедры управления качеством и механики Иркутского национального исследовательского технического университета; г. Иркутск

e-mail: artem_protasov@mail.ru

П.Ю. Вильвер

программист Института динамики систем и теории управления Сибирского отделения РАН (ИДСТУ СО РАН); г. Иркутск

Аннотация. Рассмотрены сценарии возможных аварий механических систем и алгоритм оценки техногенного риска на основе прочностной безопасности. Предложена концепция системного подхода для анализа, оценки и управления техногенным риском.

Разработана методика и средство создания программного комплекса мониторинга параметров технологического оборудования в режиме *on-line*, с целью оперативного принятия управленческих решений по предотвращению отказов сложных технических, а также интеграция динамического моделирования с использованием модифицированных сети Петри и индексного метода для анализа и управления риском сложных технических систем в промышленности.

Ключевые слова: управление качеством продукции, техногенный риск, анализ и оценка риска, жизненный цикл продукции, опасный производственный объект.

Российская промышленность в настоящее время повысила конкурентоспособность своих предприятий и продукции, это обусловлено созданием и внедрением сложных технических систем (СТС), наличием высококвалифицированного персонала, а также созданием инфраструктуры.

Управление качеством производственного процесса и его целевого назначения в отраслях промышленности, где в последнее время появилось множество мини-предприятий, эксплуатирующих высокотехнологическое оборудование, а также опасные производственные объекты (ОПО) – печи, теплообменники, компрессорные установки, газовое хозяйство, подъемники и т.д. – требует оперативного, с минимальными затратами определения факторов, воздействующих на количественные и качественные показатели риска.

Надежность и эффективность технологических процессов, таких как транспортировка

и переработка веществ, во многом определяют качество жизни населения, промышленную и экологическую безопасность, уровень экономической безопасности.

Развитие предприятий промышленности показывает, что для эффективности использования ресурсов в производственном процессе необходимо его совершенствование, грамотное управление, внедрение инновационных знаний и технологий с целью повышения качества и безопасности продукции.

В связи с принятием Федеральных законов № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и № 184-ФЗ «О техническом регулировании» особую актуальность приобрели разработка и внедрение научно обоснованных методов риск-менеджмента, позволяющих всесторонне оценить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) на опасном производственном объекте (отказ, авария, инцидент, несчастный случай и др.), а также повысить безопасность СТС.

Согласно положениям закона № 184-ФЗ:

- риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда;
- безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Иерархия регламентирующих документов о применимости анализа риска представлена на рис. 1 [1].

Комплексное, многофакторное рассмотрение вопросов с использованием интеллектуальных информационных технологий оперативного контроля и управления оборудованием, информационной поддержки принятия решений, а также снижение рисков и последствий ЧС при его работе вследствие уменьшения вероятности ошибок в деятельности персонала и компенсации последствий от их возникновения обеспечит энергоэффективность



Рис. 1. Иерархия регламентирующих документов о применимости анализа риска [1]

работы комплекса в целом и повысит его конкурентоспособность.

Интервал времени от появления потребностей клиента и зарождения идеи создания технической системы до ее утилизации (забывания системы) называют жизненным циклом (ЖЦ).

Полный жизненный цикл изделий состоит из 4 фаз (рис. 2) [2]: мониторинг спроса и предложения на основе технологического прогнозирования, разработка технологий и создание научно-технического задела на основе системы управления рисками, интегрированное проектирование и производство, эксплуатация, ремонт, техническое обслуживание и утилизация.

Для управления жизненным циклом целесообразно использовать различные методы, шаблоны и инструменты управления. Координация работ в точках «стыка» фаз и анализ (управление) рисками в указанных точках требует отдельного подхода.

Каждая из этих фаз в свою очередь состоит из отдельных этапов. Этапы технического проектирования и содержание выполняемых на них работ строго определены ГОСТом. Жизнедеятельность технических систем протекает внутри организационных систем, причем отдельные ее фазы и даже этапы часто обеспечиваются разными организациями [2].

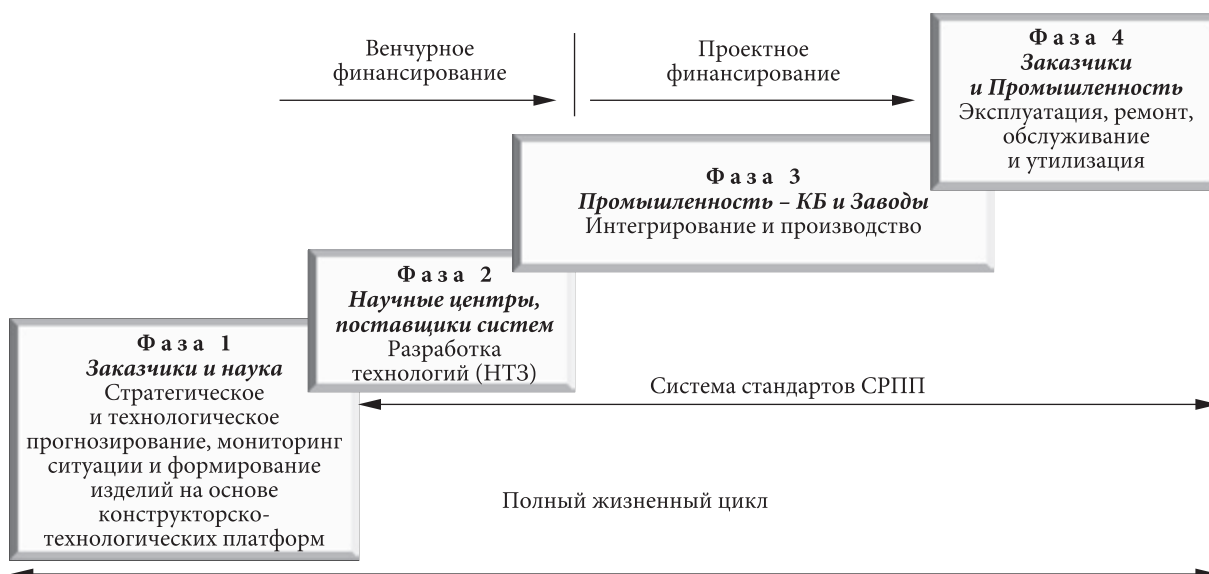


Рис. 2. Жизненный цикл сложных технических объектов [2]



На стадии концептуального проектирования определяется необходимость и принципиальная возможность создания конкретной системы; вырабатываются цели и критерии ее применения и проектирования; определяется внешний облик системы, обосновываются основные тактико-технические характеристики и оцениваются ресурсы, необходимые для дальнейших работ; формализуется и согласовывается с исполнителем задание на техническое проектирование системы. Стадия технического проектирования включает в себя такие этапы как техническое задание, техническое предложение, аванпроект, эскизный проект, технический проект и рабочий проект. Самым длительным и трудоемким этапом здесь является рабочий проект, в процессе которого изготавливаются опытные образцы и проводятся испытания с последующей корректировкой по их результатам технической документации. Этот цикл повторяется до тех пор, пока опытный образец не будет полностью удовлетворять требованиям технического задания (ТЗ). Этапы технического и рабочего проектирования принято объединять под общим названием – опытно-конструкторские работы (ОКР), которые заканчиваются испытаниями образца системы. По результатам этих испытаний принимается решение о принятии системы и ее производстве.

На стадии производства выполняются технологическая подготовка производства, изготовление, сборка, настройка, заводские испытания и складирование. На стадии эксплуатации про-

изводится доставка системы, ввод ее в эксплуатацию, эксплуатация, модернизация и снятие с эксплуатации.

Анализ причин отказов (аварий) технических систем [3] показал, что основной причиной является техническая неисправность, включая коррозионно-механические повреждения материала, режимы эксплуатации и т.д. Обобщенная схема отказа (аварии) СТС представлена на рис. 3.

В настоящее время динамическое моделирование является хорошим инструментом для оценки понимания переходных физических и химических процессов, а также для мониторинга систем управления безопасностью СТС, которая допускает возникновение аварийных ситуаций. Проблема концентрации внимания на системах управления безопасностью приводит к тому, что управление риском отходит на второй план, и это постепенно приводит к деградации оборудования и возникновению аварийных ситуаций. Концепция системного подхода к анализу, оценке и управлению техногенным риском, а также к выявлению первопричин отказа оборудования представлена на рис. 4. Управление риском – это адекватное определение опасностей, угроз и негативных последствий, а также разработка комплексных мероприятий по снижению последствий путем внедрения системы диагностирования, предупреждения и мониторинга.

Мониторинг – это процесс систематического или непрерывного сбора информации о разно-



Рис. 3. Обобщенная схема возникновения и развития отказа (аварии) на промышленном предприятии



Рис. 4. Концепция системного подхода к анализу, оценке и управлению техногенным риском

родных параметрах сложного объекта или процесса эксплуатации в целях принятия решений персоналом при наступлении предельного состояния, что позволяет перевести большинство отказов из категории внезапных в категорию постепенных благодаря своевременному обнаружению и предупреждению.

Объектами контроля систем мониторинга и управления инженерными системами (СМИС), а в ряде случаев и управления, являются технологические процессы, подсистемы жизнеобеспечения и безопасности: теплоснабжение, инженерно-технический комплекс пожарной безопасности объекта, система оповещения, системы обнаружения повышенного уровня радиации, аварийных химически-опасных веществ, значительной концентрации токсичных и взрывоопасных веществ и др.

В техническом плане мониторинг состоит из трех этапов:

- 1) сбор информации;
- 2) передача информации;
- 3) анализ информации.

Результатом мониторинга работы оборудования являются:

1. Оптимизация производства на основе реальных данных, собранных системами управления технологическим оборудованием.

2. Наглядное представление производительности оборудования в виде диаграмм.

3. Определение производительности оборудования благодаря объективному учету данных.

4. Принятие объективных решений по перевооружению производства.

В целях повышения оперативности информационного обеспечения анализа параметров для мониторинга сложных технических систем (СТС) с возможностью описания поведения элементов СТС на высоком уровне детализации, а также исследования динамики взаимодействия элементов во времени, контроля протекания процессов в системе и принятия решения все большее применение находит метод имитационного моделирования.

Одной из основных проблем при координации информационно-управляющих и диагностических систем является обеспечение динамической интеграции всех имеющихся разнородных параметров в единую наглядную форму, способную отражать все происходящие изменения и выдавать соответствующие варианты принятия решений.

Для создания математической модели ТС предлагается использовать модифицированную сеть Петри (СП) [4, 5], где определены основные понятия, связанные со структурой и поведением

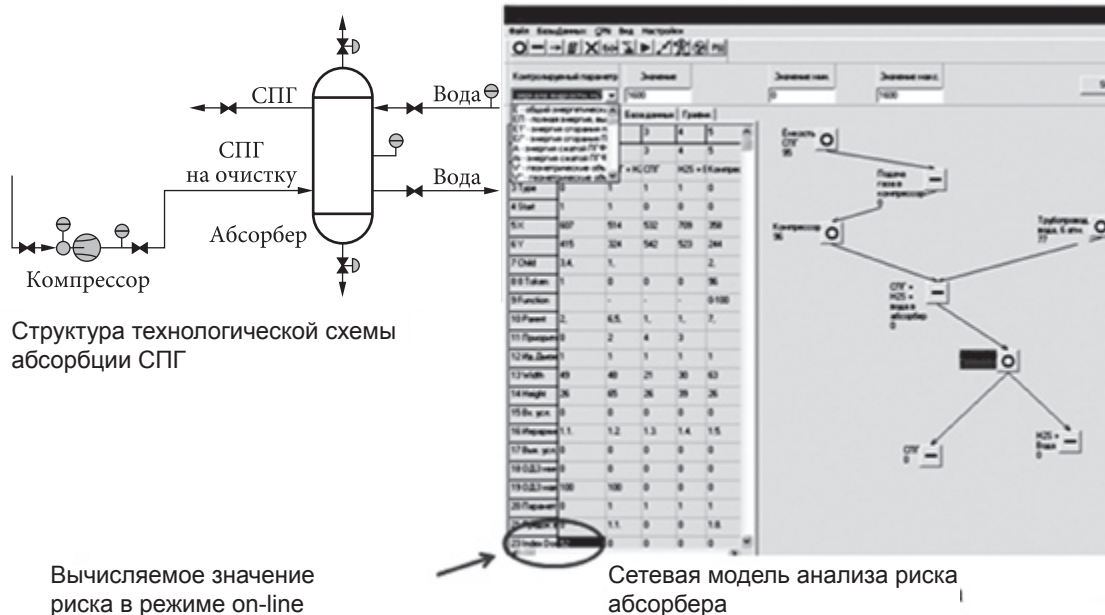


Рис. 5. Имитационная модель на основе сети Петри для анализа риска опасного производственного объекта

СП, которые используются для создания и управления моделями. Одним из основных свойств этих сетей является их способность отражать динамические характеристики моделей. Использование иерархических сетей Петри с приоритетами позволяет моделировать на различных уровнях СП состояние и функционирование как ТП в целом, так и отдельных аппаратов, машин, механизмов и их деталей.

При количественной оценке риска возникают некоторые проблемы. Количественный анализ риска ОПО на основе методов теории вероятности, математической статистики и др. связан с нахождением частотной оценки возникновения ЧС вследствие неопределенности исходных данных. При этих обстоятельствах целесообразно использование экспертного подхода, но и он имеет ряд недостатков. Главные из них: а) для репрезентативности оценки необходимо наличие достаточного количества экспертов, компетентных в данном вопросе, б) склонность людей к конформизму, т.е. подверженности влиянию авторитета одного или группы людей.

Существующие индексные и балльные методы анализа риска позволяют исключить эти недостатки путем использования безразмерных индексных оценок специальных шкал безопасностей, приводимых в нормативных документах, как определенных объектов, так и используемых веществ. Кроме того, индексные методы значительно упрощают и уменьшают сложность вычислений.

Принцип этих методов состоит в оценке числовым (балльным) значением определенного числа факторов опасности, не вдаваясь в подробности технологических операций. Существует множе-

ство разнообразных способов индексирования и выявления наиболее опасных факторов для ОПО в различных областях промышленности.

Примером специализированного индексного метода, используемого на предприятиях различных отраслей промышленности, является усовершенствованный индексный метод DOW для российской промышленности [6].

Интеграция динамического моделирования с использованием модифицированных сетей Петри, а также индексного метода (рис. 5) позволило создать программное обеспечение, с помощью которого можно производить мониторинг многокритериальных систем, а также управлять риском возникновения аварийных (нештатных) ситуаций.

Заключение

Итак, в данной работе рассмотрены сценарии возможных аварий механических систем и алгоритм оценки техногенного риска на основе прочностной безопасности. Предложена концепция системного подхода к анализу, оценке и управлению техногенным риском. Представлены методы интеграции динамического моделирования с использованием модифицированных сети Петри, а также индексный метод анализа и управления рисками сложных технических систем в промышленности.

Литература

1. Сосунов И.В. Актуальные вопросы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в условиях технического регулирования

ния. Монография». – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2008. – 308 с.

2. Колчин А.Ф. и др. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.

3. Берман А.Ф. Деградация механических систем. – Новосибирск: Наука, 1998. – 320 с.

4. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирования систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с.

5. Вильвер П.Ю., Протасов А.В. Имитационное моделирование сложных динамических систем с использованием сетей Петри. // Мехатроника, автоматизация, управление. – М.: № 7. 2011 С. 35-39.

6. Протасов А.В., Вильвер П.Ю. Особенности использования метода индексирования при анализе техногенного риска в России. // Вестник ИрГТУ. – Иркутск изд-во ИрГТУ. № 11. 2011. С. 262–266.

Innovative risk management in lifecycle of technical systems

A.V. Protasov, candidate of technical sciences, associate professor of quality management and mechanics department of the Irkutsk national research technical university; Irkutsk
e-mail: artem_protasov@mail.ru

P. Yu. Vilver, programmer of Institute of dynamics of systems and theory of management of the Siberian office of the Russian Academy of Science (IDSTM of the SO RAS); Irkutsk

Summary. Scenarios of possible accidents of mechanical systems and algorithm of assessment of technogenic risk on the basis of strength safety are considered. The concept of system approach for the analysis, assessment and management of technogenic risk is offered.

The technique and tool for a program complex of monitoring of parameters of processing equipment online, for the purpose of operational acceptance of management decisions on prevention of refusals difficult technical, and also integration of dynamic modeling with use of the modified Petri's networks and an index method is developed for the analysis and management of risk of difficult technical systems in the industry.

Keywords: product quality control, technogenic risk, analysis and risk assessment, product lifecycle, hazardous production facility.

References

1. Sosunov I.V. «Topical issues of civil defense and protection against emergency situations in the conditions of technical regulation. Monograph». The All-Russian Research Institute on problems of civil defense and emergency situations of Emercom of Russia (the Federal Center). 2008. Moscow, pp. 308

2. Kolchin A.F. Product lifecycle management. Anakharsis. 2002. Moscow, 304 p.

3. Berman A.F. Degradation of mechanical systems. Science. 1998. Novosibirsk, 320 p.

4. Piterson G. Theory of networks of Petri and modeling of systems. Mir. 1984. Moscow, pp. 264 c.

5. Vilver P.Yu., Protasov A.V. Imitating modeling of difficult dynamic systems with use of networks of Petri. Mechatronics, automation, management. 2011. No. 7. Moscow, pp. 35–39.

6. Protasov A.V., Vilver P.Yu. Features of use of a method of indexing in the analysis of technogenic risk in Russia. Vestnik of Irkutsk state technological university. Publishing house of Irkutsk state technological university. 2011. No. 11. Irkutsk, pp. 262–266.

Модели и методы адаптивного управления индивидуальным и командным обучением на основе виртуального тренажера

Л.С. Лисицына

д.т.н., профессор Санкт-Петербургского исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики; Санкт-Петербург

Н.П. Сметюх

аспирант Санкт-Петербургского исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики; Санкт-Петербург

e-mail: nadya.s.2011@yandex.ua

Аннотация. Электронное обучение с использованием виртуальных тренажеров является важнейшим трендом развития современного образования, в том числе в области непрерывной переподготовки специалистов в условиях быстро изменяющихся требований к их квалификации. Данная работа основана на обобщении большого опыта разработки и внедрения виртуальных тренажеров для переподготовки (повышения мастерства) экипажей судов Азово-Черноморского бассейна по обработке эффективных приемов ведения лова в условиях постоянно изменяющихся факторов риска (ветер, качка, плохая освещенность и т.п.), который накоплен учебным тренажерным центром в Керченском государственном морском технологическом университете (КГМТУ) Республики Крым.