

В. ЛЕГАСОВ

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНОСФЕРЫ

Повышение безопасности всегда было одним из ведущих мотивов в деятельности людей. По мере развития цивилизации влияние различных факторов, угрожавших существованию человеческих сообществ, приводило к качественным изменениям в образе жизни, характере организации общественного производства. Так, потребность в защите от неблагоприятных природных воздействий обусловила выработку строительного умения, что, в свою очередь, определило надобность в новых материалах и энергоисточниках. Эпидемии, сопровождавшие рост численности населения и повышение плотности его размещения в отдельных регионах, сделали необходимыми коренное улучшение санитарно-гигиенических условий быта, быстрое развитие медицины и фармакологической промышленности. В результате возростала защищенность человека. Одновременно создавались технические системы, совокупное действие которых уже сегодня может способствовать не снижению риска в жизни людей, а его повышению. Это обстоятельство наиболее осознано для военных аспектов проблемы. Опыт двух мировых войн, современные региональные конфликты, гонка ядерных вооружений со всей очевидностью показывают, что накопление средств разрушения отвлекает интеллектуальные и материальные ресурсы от решения насущных задач, одновременно увеличивая риск ядерной катастрофы. Именно поэтому такой широкий отклик во всем мире находят инициативы советского руководства, направленные на создание основ обеспечения безопасности каждого государства и региона на началах, альтернативных наращиванию средств разрушения и массового уничтожения. Конечно, борьба за реализацию этих инициатив, за предотвращение наиболее глобальной угрозы является первостепенной с точки зрения дальнейшего прогресса человечества. Но накопление потенциала, чреватое снижением достигнутого уровня безопасности, происходило не только в сфере производства оружия, но и в техносфере в целом, что также требует глубокого осмысления и энергичных действий с целью совершенствования промышленных структур.

Разные события последних лет стали беспокоить и специалистов, и общественность. Среди них проблемы кислотных дождей, использования различных ядохимикатов, загрязнения морей, озер и рек, неудачные решения по размещению промышленных предприятий, аварии, приводящие к человеческим жертвам и крупному ущербу. Всякий раз внимание приковывается к конкретному случаю, к конкретному виду человеческой деятельности или источникам неприятностей. В результате предпринимаемых мер в какой-то одной узкой сфере положение улуч-

ЛЕГАСОВ Валерий Алексеевич, академик, член президиума АН СССР, первый заместитель директора Института атомной энергии имени И. В. Курчатова.

Комм. д.к. нр. 801.

шается, но тут же происходит новое событие в другой сфере или другом месте.

Усилиями специалистов непрерывно увеличивается надежность каждого агрегата, вводятся новые технические и организационные средства защиты и человека, и окружающей среды. И все-таки при некотором улучшении отдельных показателей, например, числа аварий на тысячу работающих или единицу стоимости выпускаемой продукции, абсолютное количество подобных происшествий растет. Так, в США с 1950 по 1980 год число аварийных ситуаций при нефтепереработке увеличилось в 2,6 раза, почти в 6 раз возросло количество жертв и в 11 раз — экономический ущерб.

Для сегодняшнего мира характерна тенденция: при уменьшении вероятности каждого отдельно взятого негативного события (будь то авиационная, железнодорожная или морская катастрофа, разрушение плотины, химического производства либо ядерного объекта) масштабы последствий, если оно все же случается, как правило, заметно возрастают. Действительно, если в 40-х годах в десятках авиационных катастроф погибали десятки людей, то ныне гораздо более редкая, единичная катастрофа уносит жизни сотен людей. Пожары давно сопутствовали деятельности человека, но с развитием нефтехимии и газовой энергетики они стали сопровождаться взрывами, резко увеличивающими поражаемые площади и масштабы последствий. Так, в 1973 году в один из воскресных майских дней в городе Чикаго в Центральном производственном районе на заводе по выпуску типографской краски произошла авария. В результате возникших пожаров и взрывов завод был полностью разрушен. А спустя десять лет, в ноябре 1984 года, на северной окраине города Мехико в поселке Сан Хуан Иксуатепек пожары и взрывы, начавшиеся в хранилище сжиженного газа, собираемого в процессе нефтепереработки, вышли за пределы предприятия, полностью уничтожив все в радиусе одного километра. В итоге — около полутысячи погибших, несколько тысяч пострадавших.

Подобная динамика характерна и для развивающейся химической промышленности. Выброс 2—2,5 килограмма диоксина при взрыве в июле 1976 года на химическом заводе в итальянском городе Севезо привел к заражению территории площадью 18 квадратных километров и к необходимости эвакуации из этой зоны около тысячи человек. Яд содержал до семи тысяч летальных доз. Зараженная местность по сей день не дезактивирована. Летом 1981 года в Мексике в результате аварии трейлера с хлором погибло 29 крестьян, тысяча человек получила серьезное отравление. В 1984 году весь мир потрясла трагедия в Бхопале (Индия), унесшая тысячи жизней, десятки тысяч людей были поражены тяжелыми легочными заболеваниями. В июле 1986 года в США многосуточный пожар, случившийся при транспортировке по железной дороге цистерн, содержавших фосфор и серу, потребовал эвакуации из близко расположенных населенных пунктов около 30 тысяч человек.

В ночь на 1 ноября 1986 года в Муттенце, в 5 километрах от центра Базеля, на берегу Рейна, в складе № 956 загорелось 800 тонн различных химических препаратов. Одни из них были ядовиты в исходном состоянии, другие вступали в процессе многочасового горения в реакции, приведшие к образованию отравляющих веществ. Многие из хранившихся и возникших во время аварии соединений попали в Рейн, поразив его на участке длиной более 300 километров. Было свезено на свалку свыше 150 тысяч мертвых угрей, сообщалось о гибели щуки, хариуса, судака, форели, цапель, уток, лебедей, бакланов, планктона, водорослей, рачков, червей, личинок насекомых. Нарушена нормальная жизнедеятельность 20 миллионов человек. По оценкам, пока еще требующим тщательного анализа и уточнений, на возврат к прежнему со-

стоянию этой реки и ее обитателей может понадобиться не менее десяти лет.

Новые виды человеческой деятельности, оберегая нас от нехватки энергии, помогая поднимать урожайность и сохранять собранную продукцию, одновременно несут и новые опасности, размеры которых подчиняются тем же тенденциям. Если во время радиационной аварии в Селлафилде (Англия) в 1957 году погибло 13 человек и было загрязнено радионуклидами около 500 квадратных километров территории, то чернобыльская авария 1986 года привела к потере 30 человеческих жизней и нескольким тысячам квадратных километров серьезно пострадавшей территории.

К сожалению, продолжают аварии и в традиционных, давно сложившихся отраслях человеческой деятельности, например на угольных шахтах и элеваторах. В США ежегодно случается несколько десятков взрывов на зерновых элеваторах. При этом каждый из них — событие крупное и неприятное. Причиной служит взрывное горение слоя пыли, поднявшейся в воздух. Сам взрыв инициирует увеличение количества такой пыли и масштаба вторичных взрывов и пожаров. Каждое подобное происшествие уносит жизни 20—30 человек, ущерб оценивается в 25—30 миллионов долларов, не считая косвенного влияния на экспорт — импорт зерна, цены на него.

Обращает на себя внимание, что в ряде случаев происходят аварии, экономический, а иногда социальный и политический ущерб которых чрезвычайен. Так, в результате катастрофы аэрокосмического корабля «Чалленджер» утрачено не только семь человеческих жизней, но и сам очень дорогой корабль многоразового действия, задержаны многие запланированные программы, потребовались новые исследования и разработки, изменения в технологии создания подобных кораблей.

Тяжелая авария в 1979 году с расплавлением активной зоны реактора на атомной электростанции Три Майл Айленд в США не затронула жизни и здоровья персонала, но непосредственный ущерб от нее превысил 1 миллиард долларов. Кроме того, было подорвано доверие к атомной энергетике, заторможено ее развитие. Возникла необходимость в пересмотре многих позиций, осуществлении на всех действующих АЭС ряда дополнительных мероприятий по повышению безопасности — для каждой станции их стоимость составляла несколько десятков миллионов долларов.

Ущерб от чернобыльской аварии тоже не ограничивается потерянными жизнями, миллиардами рублей, затраченными на ее ликвидацию. На несколько месяцев был нарушен привычный ритм хозяйственной жизни крупных регионов и многих звеньев государственного управления, пришлось отвлечь большое количество руководителей, исследователей, специалистов, строителей, медиков от выполнения намеченных планов, текущих задач. Не для запланированных целей использовалось немало строительной техники и транспортных средств.

К сожалению, число подобных омрачающих нашу жизнь примеров велико. Существенно, что опасности от техносферы уже стали в категориях ущерба соизмеримыми с негативными для человека природными воздействиями. Так, атмосферные аномалии — смерчи (торнадо) происходят до 700 раз в год. Около двух процентов из них приносят беды, связанные с гибелью в среднем 120 человек, поражаемой площадью примерно 2,5 квадратного километра в каждом случае и материальным ущербом порядка 70 миллионов долларов. В то же время только в нефтепереработке, по нашей оценке, ежегодно случается около 1500 аварий, четыре процента которых сопровождаются утратой человеческих жизней (100—150 человек) и материальным ущербом до 100 миллионов долларов.

Все это вызывает естественные вопросы. Почему же, несмотря на усилия по повышению надежности техники, аварии происходят? Почему растет масштаб их последствий?

1 Современные сложные производства и машины проектируются так, чтобы их надежность была максимально высокой с позиций существующего понимания характера опасностей, технических и экономических возможностей их предотвращения. Как правило, проектные решения и регламенты эксплуатации совместно могли бы гарантированно обеспечить безопасную работу объекта, если бы не дефекты при изготовлении оборудования, конечные величины надежности каждого отдельного агрегата и прибора, если бы не отклонения от предначертанных режимов эксплуатации, возникающие, например, из-за смены сырья, проведения опытных операций или человеческих ошибок. Понимая неизбежность подобных дефектов, конструкторы и проектировщики создают различные системы, предупреждающие возможность аварии при отклонениях от нормальных режимов эксплуатации. Но надежность и эффективность самих защитных устройств также являются конечными, подвластными техническим сбоям и ошибкам в их использовании. Поэтому ставятся вторые, а иногда и третьи, и четвертые дублирующие, резервирующие системы, но все они, усложняя и удорожая машину или процесс, лишь понижают риск возникновения аварии, уменьшают вероятность катастрофических последствий отказов оборудования или ошибок персонала, иногда до очень маленьких величин, но все-таки эта вероятность никогда не равна нулю. Нулевой риск возможен лишь в системах, лишенных запасенной энергии, химически или биологически активных компонентов.

Многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них оценивается величиной порядка 10^{-4} . Это означает, что из-за неблагоприятного стечения обстоятельств с учетом реальной надежности механизмов, приборов, материалов и человека возможно одно разрушение объекта за десять тысяч объекто-лет. Если объект единствен, то с очень высокой вероятностью за это время он не представит опасности. Если таких объектов тысяча, то каждое десятилетие можно ждать разрушения одного из них. И, наконец, если число подобных объектов близко к десяти тысячам, то ежегодно один из них статистически может быть источником аварии. В этом обстоятельстве кроется одна из причин обсуждаемых проблем. Спроектированный по техническим средствам и регламентным требованиям объект, достаточно надежный в условиях малого тиражирования, теряет статистически надежность при массовом воспроизводстве, хотя физического облика он при этом не меняет.

Изложенное, казалось бы, диктует две возможные стратегии поведения. Либо в момент создания придать технике избыточную надежность в расчете на будущее развитие, либо вносить необходимые изменения, повышающие ее в той же мере, в какой увеличивается масштаб использования. На практике ни одна из этих стратегий, как правило, в полной мере не реализуется. Создаваемая техника должна экономически завоевать право на существование, а затраты на избыточность в надежности мешают этому, да и не всегда к данному моменту появляются нужные технические средства.

Ко второй стратегии прибегают, но с большим отставанием по темпам, ибо сложившаяся уже производственная инфраструктура достаточно инерционна и системой стандартов, устоявшимися технологическими операциями, сложившимися кооперативными связями, накопленным опытом, привычками препятствует изменениям проектов, правил обучения и эксплуатации как факторам, замедляющим темпы развития. Да и дополнительные затраты на повышение надежности создают понятные проблемы.

Иллюстрацией к этому может служить следующий пример. К 1975 году на атомных реакторах с кипящей водой в США было зафиксировано менее ста случаев образования трещин коррозионного происхождения в зоне термического влияния сварки на трубопроводах. Причем на наиболее ответственных трубах диаметром свыше 510 миллиметров — ни одного. В 1983 году число подобных дефектов увеличилось почти в 6 раз, около 200 из них обнаружено уже на трубопроводах большого диаметра. Эта потенциально чрезвычайно опасная ситуация потребовала постоянной ультразвуковой дефектоскопии, многочасовых ремонтных операций по наплавке, избыточного простоя реакторов и дополнительного облучения персонала во время контрольных и ремонтных операций. Для радикального изменения ситуации необходима массовая замена труб, что обойдется в огромные суммы. В Японии и ФРГ эта проблема изначально была решена путем применения бесшовных труб из качественных сталей, на которых такого рода дефекты ни разу не проявлялись.

Сложность и противоречивость складывающегося положения состоит и в том, что многие достижения научно-технического прогресса, давая средства для решения материальных и социальных проблем, одновременно приносят в мир и новые трудности и опасности. Открытие радиоактивности и понимание процесса деления ядер существенно расширили возможности энергетики, медицины, научного поиска, но в то же время к привычным видам опасности — пожарам и взрывам — добавили опасность радиационную. Прогрессирующее развитие химии породило очень серьезную проблему токсической опасности.

В достаточно традиционных отраслях научно-технический прогресс, принося новые процессы, методы и средства воздействия, привел к расширению спектра факторов, от которых следует защищаться. В металлургии, где всегда существовала опасность пожаров, вследствие использования природного газа и водорода возникла угроза взрывов. Наряду с пожарами и взрывами, сопутствовавшими процессам нефтепереработки, в этой отрасли увеличивается токсическая опасность за счет разнообразия получаемых продуктов, применения новых методов. Даже в машиностроении новые материалы и средства их обработки порождают взрывную и токсическую опасности, неведомые раньше для этой сферы деятельности.

Новые процессы, новые комбинации различных веществ, вызванные к жизни научно-техническим прогрессом, иногда применяются без учета масштабных факторов, без должного анализа проблем безопасности. Так, в 1977, 1980 и 1982 годах в Шотландии, Баркинге близ Лондона и Салфорде, недалеко от Манчестера, произошли мощные взрывы, приведшие к гибели людей, разрушениям, многомиллионным убыткам. Инициатором этих взрывов оказался хлорат натрия, реализовавший свои опасные качества при использовании его в количествах, измеряемых десятками тонн, и при возможности контакта с легкоокисляющимися органическими растворителями. Число подобных комбинаций, способных образовывать взрывоопасные смеси при взаимодействии, непрерывно растет.

Увеличение масштабности последствий происходящих аварий — тоже результат особенностей научно-технического прогресса на современном этапе. Продолжает расти энерговооруженность общества. Энергонасыщенные и использующие опасные вещества объекты концентрируются. Во имя экономических показателей повышается их единичная мощность. Возрастает давление в основных промышленных аппаратах и транспортных коммуникациях, сеть которых становится все более разветвленной. Только в сфере энергетики ежегодно в мире добывается, транспортируется, хранится и используется около 10 миллиардов тонн условного топлива. По энергетическому эквиваленту эта

75
О-
К-
М
Т-
Ь
Х
Я
Х
И
Г
К
У

масса топлива, способная гореть и взрываться, стала соизмеримой с арсеналом ядерного оружия, накопленного в мире за всю историю его существования. При этом сдвиг структуры топливообеспечения в сторону все более широкого применения газожидкостных энергоносителей с одновременным увеличением мощности добывающих и использующих их производств заметно повысил риск взрывопожарных явлений крупного масштаба.

Оценки и опыт показывают, что сконденсированное газовое топливо массой 20 тонн может создать очаг пожара на площади в тысячи квадратных метров, а 20 тысяч тонн такого топлива, многократно увеличивая площадь горения, способны выбрасывать языки пламени на километровые расстояния. Напомним, что тепловая электростанция мощностью один миллион киловатт использует 20 тонн газа примерно за 5 минут, а 20 тысяч тонн его — запас на четверо суток. При быстром горении газовых выбросов в зоне горящего облака температура достигает высоких значений. Представление о характере возникающих при этом поражений дает катастрофа с автоприцепом, наполненным пропиленом, случившаяся близ Барселоны 11 июля 1978 года. Образовавшееся огненное облако пронеслось над расположенным поблизости пляжем, уничтожив более 150 отдыхающих.

Рост масштабов и концентрации производства ведет к накоплению потенциальных опасностей. Об этом можно судить по удельным (либо на единицу площади, либо на душу населения) величинам летальных для человека доз, содержащихся в различных производствах Западной Европы. Так, по мышьяку эта величина составляет около полумиллиарда доз, по барию — порядка 5 миллиардов. В пересчете на летальные дозы накопление радиоактивных веществ превышает 10 миллиардов; фосгена, аммиака, синильной кислоты — порядка 100 миллиардов доз по каждому соединению, а по хлору — 10 триллионов доз.

Эти цифры делают понятной повсеместно выражаемую заботу об обеспечении безопасности в первую очередь химических предприятий и ядерных объектов. Следует добавить также, что в отличие от разрушительных взрывов, например, радиационное и химическое поражения обладают спецификой долгосрочного воздействия и способностью к распространению в послеаварийном периоде.

Обстоятельства складываются таким образом, что часто переход на новые сырьевые базы или способы производства, продиктованный ресурсными или экономическими соображениями, осложняет ситуацию. К примеру, освоение чрезвычайно богатых и удобно расположенных относительно потребителей запасов природного газа в Прикаспии связано с дополнительным риском высвобождения огромного количества ядовитого сероводорода, поскольку в газе этих месторождений его содержание аномально высоко и превышает 20 процентов. Следовательно, и сама технология извлечения и очистки этого газа, и режим эксплуатации должны иметь особый статус с позиций безопасности.

Еще одно существенное обстоятельство, увеличивающее риск промышленной деятельности, связано с повышением плотности размещения разнородных объектов и производств, их взаимодействием в аварийных ситуациях. Стремление к наибольшей экономичности, к максимальному использованию сделанных ранее вложений в энергетику, транспортные коммуникации, социально-бытовую сферу какого-либо региона приводит к насыщению его различными предприятиями без должного изучения их взаимовлияния. И может случиться так, что авария на одном из них и не была бы столь значительной по последствиям, если бы не ее воздействие на соседний объект с возможным многократным усилением поражающих факторов. К примеру, в 1947 году в порту Техас-Сити (США) на корабле произошел взрыв нитрата аммония. Пламя перекинулось на завод фирмы «Монсанто» по производству сти-

рола, вызвав вторичный пожар и взрыв в направлении города. В итоге погибало 516 человек, около двух тысяч было тяжело ранено, не говоря уже о крупных материальных потерях.

Взаимодействие различных предприятий, кстати, — фактор, существенный не только в аварийных ситуациях. Давно замечено, что если тепловое загрязнение рек на уровне нескольких градусов и химическое на уровнях, близких к предельно допустимым концентрациям, раздельно еще переносятся и рыбой, и микроорганизмами, то совместное их действие уже губительно.

Часто, когда проектируются и сооружаются новые производства, надежность их элементов еще не имеет статистической оценки и обосновывается расчетным способом, который не может учесть всех возможных ситуаций. При этом объекты обычно крупны и энергонасыщенны, и в случае даже маловероятных аварий на них последствия могут оказаться непредсказуемыми.

Изложенное имело целью проиллюстрировать, что созданная и развиваемая техногенная сфера накопила в себе большие потенциальные опасности — они могут катастрофически реализоваться либо при преднамеренных, военных, например, разрушениях в зонах повышенной промышленной плотности, либо при непреднамеренных. При этом естественные тенденции научно-технического прогресса, связанные с быстрым обновлением техники, систем и структур управления, с максимальным использованием рабочих объемов и ускорением всех технологических операций, объективно усложняют взаимодействие человека со все увеличивающимся и быстро меняющимся парком машин. Это объясняет, почему происходят достаточно часто аварийные события, несмотря на прогрессирующее повышение надежности технических систем.

Анализ причин и хода развития происшедших крупных аварий показывает, что независимо от времени, типа производства и региона они оказываются поразительно совпадающими, если отвлечься от конкретных технических деталей.

1. Обычно аварии предшествует фаза накопления каких-либо дефектов в оборудовании или отклонений от нормальных процедур ведения процесса. Длительность этой фазы может измеряться минутами или сутками. Сами по себе дефекты или отклонения еще не представляют угрозы, но в критический момент они сыграют роковую роль. Во время бхопальской, например, аварии на этой фазе были отключены холодильные устройства на емкости с метилизоцианатом, разгерметизирована коммуникация, связывающая эту емкость с поглотителем ядовитых газов, отключен факел, предназначенный для их сжигания в аварийных ситуациях. Перед аварией в Чернобыле также было отключено несколько аварийных защит, а активная зона реактора лишена обязательного минимума стержней, поглощающих нейтроны. Накопление на этой фазе подобных отклонений от нормы связано либо с ненаблюдаемостью работы элементов конструкций и материалов из-за отсутствия необходимых средств диагностики, либо, что бывает гораздо чаще, с тем, что персонал привыкает к такого рода отклонениям — ведь они довольно часты и в подавляющем большинстве случаев не приводят к авариям. Поэтому ощущение опасности притупляется, восстановление нормального состояния приборов и оборудования откладывается, процесс продолжается в опасных условиях.

2. На следующей фазе происходит какое-либо инициирующее событие, как правило, неожиданное и редкое. В Бхопале — это попавшее через пропускающую задвижку в емкость с метилизоцианатом небольшое количество воды, вызвавшее экзотермическую реакцию, которая

сопровождалась стремительным подъемом температуры и давления метилизоцианата. В Чернобыле — это введение положительной реактивности в активную зону реактора: последовал мгновенный перегрев тепловыделяющих элементов и теплоносителя. В подобных ситуациях у оператора не оказывается ни времени, ни средств для эффективных действий.

3 Собственно авария происходит на третьей фазе как результат быстрого развития событий. В Бхопале — это открытие обратного клапана и выброс ядовитого газа в атмосферу, в Чернобыле — разрушение конструкций и здания паровым взрывом, усиленным побочными химическими процессами, и вынос накопившихся радиоактивных газов и части диспергированного топлива за пределы четвертого блока. Эта последняя фаза была бы невозможной без накопления ошибок на первой стадии. Конструкторы обычно имеют в виду такие маловероятные иницилирующие воздействия — на случай их появления предусматриваются необходимые защитные устройства. Потеря их работоспособности на первой фазе, продолжение эксплуатации объекта создают возможность возникновения катастрофических последствий от технических неполадок или человеческих ошибок.

Обстоятельный анализ статистических данных показывает, что, хотя свыше 60 процентов аварий происходило из-за ошибок персонала, львиная доля средств, расходуемых на безопасность производств, затрачивалась на совершенствование технических систем контроля и предупреждения таких ситуаций. Исключением была авиакосмическая промышленность, где исторически уделялось большое внимание вопросам отбора персонала, его подготовки и переподготовки с использованием тренажеров, медицинского наблюдения, состояния дисциплины, материального стимулирования, создания комфортных условий работы, развития автоматизированных систем поддержки действий экипажей и наземных служб.

Другие отрасли всерьез начали использовать и совершенствовать опыт авиаторов лишь с конца 70-х годов. Обычно, когда говорят о человеческом факторе, о взаимодействии человека с машиной, сводят дело к дисциплинированности и подготовленности персонала, к его ответственности, точности следования инструкциям и распоряжениям. Конечно, все это очень важно, но тщательный анализ аварийных событий свидетельствует, что центр тяжести проблем лежит все-таки в области управления, где человеческий фактор наиболее существен. Выясняется, что сами инструкции были либо не очень точны и не предусматривали, а в некоторых случаях и не могли предусмотреть правила поведения при возникновении нештатных режимов, либо их освоенность не проверялась. Нередки случаи, когда недисциплинированность, технологические ошибки оказывались следствием установившихся порядков, отсутствия оперативной связи с компетентными специалистами, необходимого тренажа и знания возможностей персонала, а также четких представлений о последствиях неправильных действий.

Насыщенность народного хозяйства потенциально аварийными производствами требует качественно нового подхода к проблемам обеспечения безопасности. Это новое качество должно быть привнесено прежде всего поиском оптимальных решений в области человеко-машинных взаимодействий и их оперативной реализацией. Создание необходимых тренажеров с развитым математическим обеспечением, уменьшение объема информации, разнообразие в способах ее представления, увеличение количества автоматических и полуавтоматических средств поддержки действий оператора, введение технических сис-

*Не адгати
а идею
интеракции*

тем защиты от несанкционированных действий, повышение наблюдаемости состояния оборудования путем внедрения дистанционных диагностических средств — все это должно стать нормальным сопровождением любого сложного процесса.

2 Другое важное направление — изменение подхода к принципам размещения различных производств, определение их структуры с позиций безопасности. Взаимовлияние разных объектов становится все более существенным, и экономический ущерб от аварийных последствий, вызванных соседством различных предприятий, может превысить выгоды, связанные с близостью сырьевой базы или транспортными удобствами. Чтобы задачи размещения объектов решались оптимально, необходимо сотрудничество специалистов разного профиля, способных прогнозировать воздействие разнохарактерных факторов, в том числе неспецифичных для данного производства, самое широкое использование методов математического моделирования. Это очень серьезный вопрос, поскольку в нашей стране сложилась практика, когда отделы Госплана, Государственного комитета СССР по науке и технике, органы надзора за безопасным ведением работ комплектуются из специалистов, обладающих знаниями и опытом в конкретной сфере технической деятельности. В рамках этого опыта и формируются представления об опасности, о мерах ее предотвращения, о принципах размещения предприятий. За пределами рассмотрения остается взаимодействие с расположенными рядом объектами. Это лишает принимаемые решения необходимой полноты проработок и оптимальности.

Во многих странах с конца 70-х годов появились центры по общепромышленной безопасности, интегрирующие мировой опыт, исследующие роль ранее неизвестных факторов, обучающие людей и выявляющие наиболее опасные области.

В нашей стране эта деятельность нуждается в существенном улучшении. Отсутствие единого, интегрированного подхода к обеспечению безопасности какого-либо региона, разделение ответственности между ведомствами и общественными группами приводят к принятию неоптимальных решений и длительным дискуссиям без единых критериев, которые позволяли бы сравнивать различные подходы с позиций минимального риска для людей и природы.

Новые серьезные опасности, привнесенные в нашу жизнь научно-техническим прогрессом, не должны приводить к потере уверенности в полезности происходящего развития. Важно только хорошо знать природу возникающих проблем и найти средства их решения. Как писал Э. Хемингуэй в своем романе «По ком звонит колокол», «безопасность — это если знаешь, как вернуться от опасности».

Во многих случаях вернуться от опасности традиционными способами — путем увеличения систем контроля, дублирования защитных устройств, создания средств локализации аварийных выбросов — становится затруднительным из-за возможных технических сбоев или человеческих ошибок. 3 Поэтому чрезвычайно актуальной представляется задача создания потенциально опасных промышленных объектов на качественно новых принципах, которые должны обеспечить появление аппаратов с внутренне присущей им безопасностью, способных существенно уменьшить последствия неправильных действий. Обычно это технологическая система, любые отклонения в которой от нормальных режимов служат сигналом для автоматического, без использования внешних устройств, возвращения ее в штатное состояние или остановки процесса, исключая тем самым возможность развития аварийной ситуации. Такое качество можно придать, правильно подбирая и комбинируя физико-химические свойства рабочей среды и конструкции. Легкоплавкие предохранители в электрических сетях, растворные исследова-

а-
и-
к-

тельские ядерные реакторы, теряющие критичность при вскипании, использование капсулированного топлива — простейшие примеры подобного подхода.

м
и-
е
й,
э-
г-
й-
х
е
-
й
и
-

В ряде случаев предстоит принципиальная замена способов производства, нацеленная на исключение из процессов высоких давлений и температур, материалов, способных к быстрому окислению и коррозии. В научных лабораториях уже существует достаточный задел, позволяющий без снижения производительности за счет новых катализаторов и интенсификаторов, использования плазменных и электрохимических методов, радиационного стимулирования, криотехнологий, разделительных мембран начать необходимую смену технологий. Чтобы этот процесс ускорить, требуется квалифицированное и широкое информирование общественности о важности проблем обеспечения безопасности. Нужны грамотная и объективная информация о сложностях современной техносферы, культура общения с ней. Пока что в этой работе отсутствуют надлежащая организованность и масштабность.

Для того чтобы научно-технический прогресс, уже продемонстрировавший свою мощь и величайшие возможности, продолжал и дальше служить людям, необходимы объединенные усилия специалистов всех областей знания, направленные на более безопасное и надежное использование его достижений. Эти усилия из-за многообразия проблем и научных дисциплин, привлекаемых к их решению, должны быть приняты как в рамках традиционных учреждений, отвечающих за развитие техники, так и в специально созданных центрах общепромышленной безопасности. Расширение исследований в области безопасности, новые подходы к построению технологических систем обеспечат возможность дальнейшего технического развития с уменьшенным риском. Вместе с тем сегодня мы должны осознать — жизнь в сложившейся техносфере налагает особую ответственность на каждого члена общества. «Для нас непререкаемый урок Чернобыля состоит в том, — сказал М. С. Горбачев, выступая 14 мая 1986 года по советскому телевидению, — что в условиях дальнейшего развертывания научно-технической революции вопросы надежности техники, ее безопасности, вопросы дисциплины, порядка и организованности приобретают первостепенное значение. Нужны самые строгие требования везде и во всем».