

А.Н. ЛИБЕРМАН

**ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР**

Санкт-Петербург
2006

*Издание осуществлено при поддержке
Центра информатики „Гамма-7”
(г. Москва)*

Либерман Аркадий Нисонович
Техногенная безопасность: человеческий фактор. СПб, 2006 г.

В книге проведен анализ роли человеческого фактора в возникновении техногенных аварий и катастроф. Изложены критерии и методы количественной оценки риска и ущерба в результате негативного воздействия их последствий на здоровье людей. Сформулированы цели и основные направления культуры безопасности. Обобщен опыт применения этой концепции на атомных станциях. Рассмотрены психологические аспекты техногенной безопасности.

© Либерман А.Н., 2006

A.N.Liberman – dr.hab.med., professor, noted scientist in the field of hygiene, radiation medicine, radiation protection and social-psychological protection. During ca.40 years he was the leader and studying supervisor of a department of the Sankt-Peterburg's Scientific-Research Institute of Radiation Hygiene. He is a participant of the Chernobyl disaster consequences liquidation. He is the author of more than 300 scientific works including 10 monographs and also of many normative and methodical documents. Well known are the A.N.Liberman's scientific works in the studying of the uneven body irradiation effects, of the influence of small ionising irradiation doses on the reproductive function and in the studying of radiational-hygienical and social-psychological aspects of Chernobyl and Ural radiation disasters.

А.Н.Либерман - доктор медицинских наук, профессор, известный учёный в области гигиены, радиационной медицины, радиационной и социально-психологической защиты. В течение почти 40 лет руководил отделом Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены. Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Автор более 300 научных публикаций, в том числе 10 монографий, а также ряда нормативных и методических документов. Широко известны работы А.Н.Либермана по изучению эффектов неравномерного облучения организма, влияния малых доз ионизирующего излучения на репродуктивную функцию, а также по исследованию радиационно-гигиенических и социально-психологических аспектов Чернобыльской и Уральских радиационных аварий.

Введение

В мире существуют два понятия, близкие всем людям – мир и безопасность. По мере ускоренного развития и усложнения техники и технологий формируется так называемая техносфера. В отличие от природной среды, сформировавшейся много веков тому назад, она охватывает ту новую, созданную руками человека искусственную среду, которая возникла, непрерывно расширялась, охватывая все новые города, регионы и страны. При этом опасность неблагоприятного воздействия техногенной среды на человека, особенно за последние два-три десятилетия, стала не только реальной, но приобрела во многих случаях угрожающий характер – вплоть до возникновения многих крупных аварий и техногенных катастроф. Среди последних следует особо выделить Чернобыльскую ядерную катастрофу – самую крупную техногенную катастрофу в мире.

Коренное изменение экологической ситуации в техногенной сфере потребовало, разумеется, ее осмысления, всестороннего анализа и разработки принципиально новых подходов, критериев и методов обеспечения безопасности. Если в прошлом основной акцент делался на технико-организационные аспекты техногенной безопасности, то начиная с 90-х годов XX века стала все шире внедряться новая концепция – культура безопасности, которая предусматривает основную роль в системе безопасности человеческого фактора. Указанная концепция успешно прошла апробацию на предприятиях ядерно-топливного цикла (для которых вначале и предназначалась), а затем постепенно стала распространяться и на другие, неатомные отрасли промышленности и транспорта.

В предлагаемой вниманию читателя книге предпринята попытка комплексного рассмотрения основных аспектов, которые тем или иным образом могут оказывать влияние на техногенную безопасность. Изложены особенности взаимодействия человека и техники. Показана роль человеческого фактора в возникновении техногенных аварий и катастроф.

Техногенные аварии и катастрофы рассмотрены в аспекте кризисных явлений современного мира.

Очевидно, что абсолютной, 100%-ной, безопасности не существует, поскольку любая техника и технология таят в себе определенный (в „нормальных” условиях – очень малый) риск возникновения несчастных случаев и аварий. В связи с этим проанализирована проблема количественной оценки риска и ущерба здоровью в результате негативного (экстремального) воздействия факторов техногенной природы и обоснования гигиенических нормативов, а также необходимых средств на обеспечение безопасности на основе анализа „польза-вред”.

Сформулированы основные задачи техногенной безопасности, а также различных ее разделов (радиационной, ядерной, экологической и др.). Дана современная интерпретация понятия „культура безопасности” и оценено ее состояние на предприятиях атомной и неатомных отраслей промышленности. Показано, что культура безопасности является наивысшим приоритетом в повседневной деятельности и внутренней потребностью работников и руководителей. Рассмотрены психологические аспекты безопасности, включающие субъективные оценки человеком риска аварии, влияние психологического состояния человека на безопасность, а также социально-психологические последствия аварий и катастроф для работников предприятий и населения.

Автор надеется, что книга представит интерес и окажется полезной для широкого круга руководящих работников предприятий промышленности и транспорта, специалистов в области обеспечения охраны труда и техногенной безопасности, проектировщиков предприятий и конструкторов современных технических устройств и оборудования, специалистов по гигиене, физиологии и психологии труда.

Глубокую благодарность автор выражает Владимиру Райзеру и Льву Гелимсону за ценные советы и рекомендации, а также Анне и Якову Гринберг за большую помощь в подготовке рукописи к изданию.

Содержание

Стр.

Введение

Глава 1. Человек и безопасность

Взаимодействие человека и техники

Роль человеческого фактора в возникновении аварий

Глава 2. Техногенные аварии и катастрофы

Человек и техносфера

Экстремальные и кризисные условия

Аварии и катастрофы, определения

Условия и причины аварий и катастроф

Чернобыльская катастрофа

Радиационные аварии на Южном Урале

Глава 3. Риск и ущерб от аварий

Опасность и риск, определения

Сравнение разных причин риска

Риск аварий

Методология оценки риска

Математические методы оценки риска

Ущерб от аварий, определение

Размеры ущерба вследствие аварий и несчастных случаев

Методологические и методические аспекты оценки ущерба

Анализ „польза-вред”

Глава 4. Культура безопасности

Определение безопасности

Состояние безопасности АЭС до Чернобыля

Приоритет культуры безопасности

Эшелонированная защита

Управление безопасностью

Глава 5. Психологические аспекты безопасности

Психологические аспекты оценки риска

Влияние психологического состояния человека на безопасность

Социально-психологические последствия крупных аварий и катастроф

Литература

”Одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников.”

(Трудовой кодекс Российской Федерации)

Глава 1. Человек и безопасность

Взаимодействие человека и техники

Научно-технический прогресс человечества сопровождается, как известно, передачей технике все большего числа функций управления работой технических устройств и технологических процессов. Это позволяет человеку отдаляться от орудий труда и превращаться таким образом из исполнительного в управляющий орган системы производства. В связи с этим, естественно, происходит **замена физического труда умственным**, снижается объем физической работы и, соответственно, энергозатраты, однако значительно возрастает производственная нагрузка на психику. Работнику (оператору) приходится решать ответственные задачи оценки эффективности работы сложных технических систем, надежного взаимодействия его с другими людьми и различными элементами всего производственного механизма (13а). **Возрастание и концентрация управляемой мощности в руках одного человека делает человеческий фактор важнейшей составляющей техногенной безопасности.**

Однако длительный период времени – вплоть до конца 80-х годов XX века – техногенная безопасность рассматривалась преимущественно как некий свод организационных, технических и гигиенических норм, правил и требований, обеспечивающих защищенность работников и населения, проживающего в районах расположения потенциально опасных объектов, от вредного для их здоровья воздействия производственных факторов. В документах, регламентирующих требования безопасности, кроме

требований к размещению, оснащению, оборудованию производства и ведению технологических процессов, излагались также требования к персоналу, участвующему в проведении соответствующих работ, в том числе и общие квалификационные и медицинские требования при поступлении на работу, и периодический контроль в процессе трудовой деятельности. Специальный психофизиологический отбор проводился лишь в отношении ограниченной группы работников (например, операторов, работающих на пультах управления АЭС, летного состава, машинистов локомотивов). Однако и такое специальное обследование ограничивалось в основном выявлением психофизиологических особенностей поведения человека в нормальных, но отнюдь не в возможных экстремальных условиях возникновения угрозы или уже возникшей техногенной аварии или катастрофы. Недостаточно оценивалось, а большей частью не учитывалось вовсе, восприятие обследуемыми опасности возникновения экстремальных ситуаций, чувство личной ответственности за соблюдение установленных технологических регламентов и недопущение их нарушения. Это относилось не только к отдельным работникам, но, в определенной мере, и к их руководителям. Нередко в стремлении выполнить в установленные сроки работы по проектированию, строительству потенциально опасных производственных объектов и вводу их в промышленную эксплуатацию требованиями безопасности просто пренебрегали. На многих предприятиях создавалась атмосфера вседозволенности, благодушия и необязательности выполнения требований безопасности, допускалось проведение не предусмотренных технологическими регламентами работ на сложном и опасном оборудовании.

Механическое соединение знаний из разных наук о возможностях и особенностях человека с целью их использования при проектировании новой техники и прогнозировании новой техногенной среды оказывается не только недостаточным, но и невозможным на практике. В связи с этим возникла необходимость в междисциплинарных исследованиях, базирующихся на **системной трактовке человеческого фактора** в технике и открывающих возможность их целостного представления при

проектировании машин, оборудования и технически сложных изделий. На основе таких исследований решаются задачи не только приспособления техники и среды к человеку, но и формирования у работников способностей в соответствии с требованиями, которые предъявляет техника (125).

Эту цель ставит перед собой **эргономика** (от греческого *ergon* – работа и *nomos* – закон) – общее название группы взаимосвязанных научных дисциплин, занимающихся комплексным изучением человека, его функциональных возможностей в процессе трудовой деятельности (трудовых процессов) и оптимизацией на основе полученных результатов исследований средств и условий труда (126, 55).

Решение такой проблемы „человек-машина-среда”, „человек-трудовой процесс-среда”, т.е. **приспособление техники и условий труда к человеку**, требует совместной работы инженеров, конструкторов, технологов, специалистов в области охраны труда, общей и инженерной психологии, кибернетиков, специалистов в области общей теории систем, теории автоматизированного управления и других. Главными, ведущими из этих дисциплин являются, по мнению (126), **психология, гигиена и физиология труда**.

Эргономика совместно с инженерной психологией решает **проблемы надежности, точности и стабильности работы человека-оператора**, распределения функций между человеком и машиной, исследует влияние психической и физической напряженности и эмоционального состояния на эффективность труда человека, разрабатывает методы и средства отбора и обучения специалистов (55).

Таким образом, эргономика, как бы переплетаясь, охватывая ряд традиционных инженерных и медико-социальных научных дисциплин, вместе с тем имеет и свою „особую” цель – гармонизацию отношений человека, средств и условий труда для повышения его эффективности и безопасности.

Известно, что **безопасность труда подразумевает, в первую очередь, безопасность работников, сохранение их здоровья и жизни**. Однако человек как важнейший атрибут производства, его непосредственный

инициатор и участник отодвигался на задний план. Это находило свое отражение даже в названии соответствующей дисциплины. Многие десятилетия она называлась „**техникой безопасности**”, что в большей мере характеризует только специальные технические устройства для ее обеспечения, чем безопасность работника в целом.

За последние годы эта ненормальная ситуация исправляется. Так, например, в ВУЗах профессионального технического образования введено обучение по специальности „656500 – Безопасность жизнедеятельности (инженерная специальность)” (28). Эта специальность включает также знание основ техногенной безопасности.

Стремление к прибыли любой ценой порождает в геометрической прогрессии **рост негативных проявлений „человеческого фактора”** как в материальной, так и в духовной жизни развитого общества. Подобная ситуация особенно опасна, когда речь идет о современной сложной и многокомпонентной технике и технологиях. На таких производствах имеется как правило дистанционная автоматизированная система управления с использованием современной компьютерной и счетно-вычислительной техники программирования. Подобная система включает получение и обработку оперативной информации о параметрах работы всех важных (особенно потенциально опасных) элементов (устройств) и состоянии производственного процесса в целом, оперативно сигнализирует о нарушениях нормальной работы оборудования. В результате внедрения систем программного управления производством возможности техники и технологии, ее потенциал резко, во много раз возросли. Были созданы принципиально новые современные производства – атомные электростанции, лазерные установки, ракеты, сверхзвуковые самолеты, новые химические и биохимические технологии. Однако, как показывают печальные последствия крупных техногенных аварий и катастроф, даже наличие таких современных устройств оповещения и управления не позволило полностью исключить возникновение и развитие катастрофических сценариев. Иными словами, **обеспечить высокую степень безопасности на современных сложных и потенциально опасных производствах возможно лишь в соединении возможностей**

современных технических систем оповещения, сигнализации и управления производством с высококвалифицированным персоналом, психологически подготовленным к своевременному и адекватному реагированию при возникновении условий, которые могут привести к авариям, а в случае если они все же возникли, – к действиям, направленным на смягчение их последствий и предотвращение дальнейшего развития аварии. Не бывает аварии, катастрофы без вины одного из „человеческих факторов” (33).

По мере совершенствования техники и технологий возможности человека-оператора (в первую очередь, психофизиологические) также росли (за счет улучшения качества общего и специального образования, повышения оснащенности автоматизированными системами контроля и управления производством, улучшения системы медицинского и психофизиологического отбора). Однако постепенно возможности человека все более и более отставали от быстрых темпов развития техники (70). Такая ситуация связана, в том числе, с определенным отставанием всесторонней оценки человеком новой техники в отношении ее потенциальной (аварийной) опасности. Очень трудно (а, скорее, практически невозможно) предусмотреть все виды (и варианты) этой опасности на этапах создания и испытания новой техники и технологий. Сказанное вовсе не означает, что человеческие ошибки, которые могут привести к возникновению аварии, происходят только на этапе проектирования и конструирования. Они, как уже указывалось, могут возникнуть на всех этапах – начиная от проектирования и конструирования и кончая реконструкцией объектов и выводом их из эксплуатации.

Это обусловлено тем, что **усложнение и совершенствование техники**, ее количественный рост, появление еще не изученных (или мало изученных) возможных технических отказов, нарушений неизбежно **создает предпосылки к увеличению вероятности (риска) возникновения аварий**. **Возможности же человека в предотвращении аварий** также росли за счет улучшения образования, повышения квалификации, улучшения качества отбора, использования компьютерной

техники, автоматизированного управления производством, совершенствования всей системы и средств обеспечения безопасности и т.п., но тем не менее эти возможности со временем **стали все более заметно отставать от ускоренного развития и расширяющихся возможностей современной техники.** Это соотношение схематически изображено на рис.1 в форме увеличивающейся со временем „зоны отставания” роста возможностей человека-оператора от быстрых темпов развития (усложнения) техники.

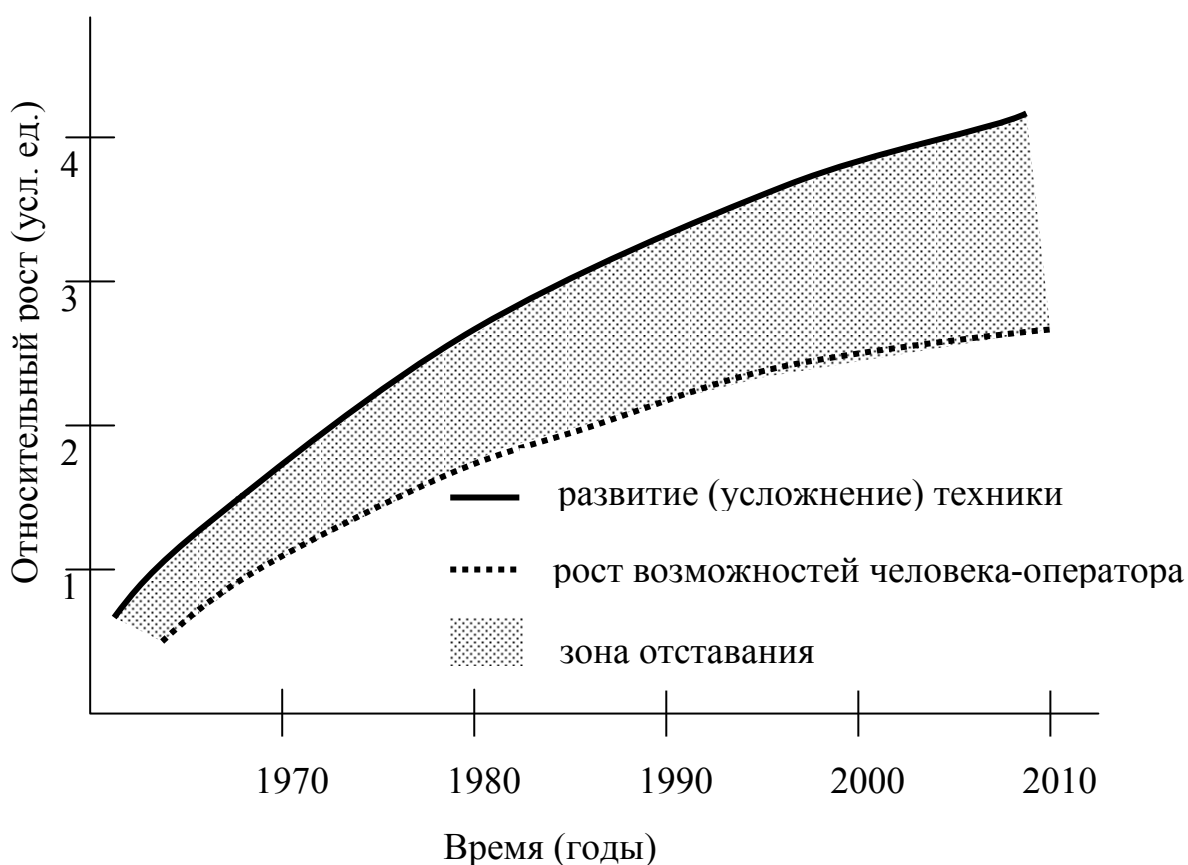


Рис. 1. Схематическое изображение соотношения развития (усложнения) техники и роста возможностей человека-оператора

Таким образом, существует **вполне реальная опасность увеличения частоты человеческих ошибок, вызванных различными причинами, на всех этапах создания и эксплуатации новой техники и технологий.**

И, действительно число таких ошибок, которые привели к техногенным авариям и катастрофам, за последние два-три десятилетия значительно возросло.

Роль человеческого фактора в возникновении аварий

Как следствие отставания возможностей человека от развития техники **все больше несчастных случаев и аварий происходят уже по вине человека**, а не техники (70). Если ранее (до 70-х годов XX века) более 75% всех происшествий в техногенной сфере было вызвано техническими причинами, то сегодня прослеживается тенденция резкого смещения причин этих происшествий в сторону человеческого фактора (119).

Это положение находит свое подтверждение при анализе причин аварий в различных отраслях промышленности и транспорта. Так, по данным (31), **значительная доля аварий с жертвами и другими серьезными последствиями в ходе расследования их причин надзорными органами прямо или косвенно связывается с ошибками проектировщиков, изготовителей оборудования, строителей и персонала эксплуатирующих и подрядных организаций.**

Простое сравнение данных официальной статистики показывает, что россияне умирают от несчастных случаев на производстве в 3-4 раза чаще, чем, например, жители Европы. Казалось бы объяснение такой разницы лежит на поверхности – изношенность основных фондов, устаревшее, своевременно не ремонтируемое оборудование. Однако, по данным Государственной инспекции труда, количество пострадавших по причинам технического характера составляет всего 8%. **А более 60% несчастных случаев объясняются незнанием или нарушением требований безопасности труда, трудовой дисциплины, неудовлетворительной организацией производства, т.е. человеческим фактором.**

По результатам расследований крупных аварий на угольных шахтах со взрывом метана установлено, что относительно все реже происходят отказы применяемых совершенных машин и оборудования и все чаще решающим фактором (причиной) таких аварий является человеческий

фактор в различных его формах и видах, а именно по причинам: „смелости незнания” (неощущения) работающими опасности, в частности, угольной пыли как взрывчатого вещества; действий работающих и лиц технического надзора, не адекватных опасным условиям; халатности по отношению к выполнению своих обязанностей; недисциплинированности работающих; занижения оценки критических ситуаций и низкой требовательности надзора шахт к соблюдению параметров работ и к производственно-технической документации; ошибочных действий (умышленных или неумышленных) работающих, которые приводят к возникновению или появлению в шахте открытого огня (52). Для снижения числа чрезвычайных ситуаций при работе на тракторе важнейшее значение также имеет учет человеческого фактора (121). На важную роль человеческого фактора в возникновении морских аварий указывается в резолюции Международной морской организации (50). Так, согласно последним публикациям, человеческий фактор является основной причиной аварий в судовождении – в 70-80 и более процентов случаев (9).

Представления о первостепенной **роли человеческого фактора** в возникновении инцидентов на АЭС подтверждено результатами расследований. Так, **за последние 25 лет почти все инциденты, произошедшие на атомных электростанциях**, как указывает Роберт Эбель (122), **стали следствием человеческих ошибок**, а не технических дефектов или неполадок. Это положение подтверждает и в (20), где указывается, что главную опасность представляет не устаревшее или изношенное оборудование АЭС и даже не недостатки в конструкции ядерного реактора, а именно человек, его сознание, отношение к своей работе.

Большинство инцидентов на АЭС произошло именно из-за недостаточного внимания к человеческому фактору, то есть к культуре безопасности (58). По данным экспертов 75% экстремальных ситуаций на АЭС обусловлено человеческими ошибками.

Чернобыльская катастрофа послужила мощным толчком к выявлению истинных причин наиболее тяжелых ядерных аварий и катастроф в атомной промышленности. На Чернобыльской АЭС

эксплуатировались уран-графитовые реакторы типа РБМК-1000, которые более сложны в эксплуатации, чем водо-водяные реакторы типа ВВЭР, более чувствительны к соблюдению технологической культуры. Управление работой таких реакторов предъявляет повышенные требования к уровню профессиональной подготовки эксплуатационного персонала, строгому соблюдению правил безопасной эксплуатации. Иными словами, реакторы РБМК не допускают „вольного обращения”.

Фундаментальной причиной, приведшей к Чернобыльской катастрофе, по мнению (26 и др.), стало решение о передаче почти всех АЭС из ведения Министерства среднего машиностроения в ведение Министерства энергетики. В результате атомная энергетика целой страны (СССР) оказалась оторванной от своей сырьевой и производственной базы, кадрового обеспечения, от накопленного десятилетиями производственного опыта работы на ядерно опасных предприятиях, а руководство АЭС из рук профессионалов-атомщиков перешло в руки по существу случайных для атомной отрасли людей. Поэтому авария типа Чернобыльской, по мнению (26), рано или поздно случилась бы. Если бы не на ЧАЭС, так где-нибудь еще. Ведь атомная, как и другие „высокие технологии”, требует высокой культуры производства, довольно высокого уровня общей культуры, достаточно глубоких научных и практических знаний, прежде всего в физике и технике ядерных реакторов, и немалого опыта работы с ними. Вот и случилось так, что Чернобыльская АЭС была единственной атомной станцией, на которой ни директор, ни главный инженер не были специалистами-атомщиками. На ЧАЭС в те времена процветала, как указывается в (26), семейственность и зажим критики административными методами. Морально-психологическая обстановка в коллективе была тяжелая. Чернобыльская АЭС, по сведениям Минэнерго, лидировала по случаям пьянства или появления в пьяном виде на рабочих местах. Чернобыльскую катастрофу Б.Ф.Бролович, многолетний директор известного комбината „Маяк”, объясняет „лишь безответственностью и непониманием опасности всем персоналом, начиная от министра до инженера пульта управления”.

Примерно такой же позиции придерживается и В.Кузнецов, имеющий двадцатилетний опыт работы сначала в качестве работника АЭС, а затем начальника инспекции Госатомнадзора России. По его мнению, главную опасность в работе любого объекта атомной энергетики представляет не устаревшее или изношенное оборудование и даже не недостатки в конструкции ядерного реактора, а именно человек, его сознание, его отношение к своей работе (20).

По мнению Жореса Алферова, „**если говорить конкретно о Чернобыле, то в этом случае сработал прежде всего человеческий фактор**, который, кстати, может сработать при любой технологии ” (103). Такого же мнения придерживается Евгений Велихов. Он считает, что недостатком проекта реактора типа РБМК (а именно такие реакторы имелись на большинстве советских АЭС, в том числе и на ЧАЭС) было то, что сам по себе „человеческий фактор имел шанс сыграть свою роковую роль. Слабым звеном оказалась система управления и подготовки персонала, работающего на станции. Цепь недопустимых действий операторов на Чернобыльской АЭС в ту трагическую ночь и привела к взрыву на четвертом блоке” (22).

В ряде публикаций (82, 84, 101) вопросы, связанные с проявлениями человеческого фактора, рассматриваются как **анализ человеческой надежности (АЧН), который включает определение потенциальных источников человеческих ошибок** на протяжении всего времени, предшествующего аварии. Эти ошибки можно подразделить на ошибки, оплошности и проявления злого умысла. В числе факторов, от которых зависит вероятность совершения ошибок в работе, что, в свою очередь, определяет надежность работника, называются (80):

- долговременные медицинские и психофизиологические характеристики личности, состояние здоровья, тип темперамента, скорость реакции и устойчивость к негативным воздействиям, характер человека и его способности;
- сиюминутные медицинские и психофизиологические характеристики личности, его состояние здоровья на данный момент;

- наличие местных возбудителей;
- уровень образования и развития, культурный уровень личности;
- квалификация специалиста в области выполняемых им работ;
- морально-волевые качества человека;
- комфортные условия работы;
- качество нормативно-технических и организационно-распорядительных документов (четкость изложения, однозначность их понимания).

Вместе с тем человеческий фактор – чрезвычайно многогранное и сложное явление, редко поддающееся достаточно глубокому анализу. По этой причине трудно оценить уровень надежности работника (оператора), которая является одной из важнейших характеристик человеческого фактора в системе „человек-машина-среда” (118).

В связи с этим нельзя не согласиться с мнением (67) о необходимости проведения **комплексного обоснования роли человеческого фактора как одного из основных источников техногенных угроз и как одного из базовых барьеров при развитии катастрофических ситуаций** на всех этапах формирования и реализации научно-технической политики в области обеспечения безопасности в техногенной сфере.

Необходимо иметь в виду, что **к человеческому фактору добавляются причины, характерные для современного кризисного состояния России.** Среди них: разрыв хозяйственных связей, падение технологической дисциплины, снижение квалификации кадров, прогрессирующий износ средств производства и техники, рост стрессовой нагрузки на граждан из-за снижения жизненного уровня и политической нестабильности (100).

Выполнение требований, установленных Федеральным законом „О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (82), в значительной мере определяется уровнем квалификации не только работников, осуществляющих эксплуатацию таких объектов, но и лиц, участвующих в их проектировании, строительстве, реконструкции, консервировании и ликвидации, а также конструировании, изготовлении, монтаже, наладке, обследовании и ремонте технических устройств (10). К

снижению квалификации кадров привело практическое прекращение (в ходе реформирования экономики страны) функционирования отраслевой системы повышения квалификации. Так, с 1999 по 2004 год численность обучающихся в этой системе сократилась более чем в 4 раза (44).

Необходимо вместе с тем отметить, что человеческий фактор как таковой далеко не всегда является единственной причиной аварий и катастроф. Так, например, **реальные аварии на транспорте часто обусловлены сочетанием факторов**. В настоящее время погода (плохая видимость, гололед и т.п.) – в лучшем случае, по мнению (9), только один из факторов, усугубляющих главный – ошибки человека. Так, в природе не существует „чистого” человеческого фактора, поскольку человек – это сложная энергоинформационная система и его нельзя рассматривать в отрыве от внешнего энергоинформационного поля. Например, если самолет оказывается в зоне локального резонанса с параметрами 208, 138 или 156, то пилот или другие члены экипажа, по мнению (104), могут „выключаться”. В результате такого воздействия они могут принимать неправильные решения, выполнять действия с опозданием, а иногда и ничего не предпринимать, чтобы выйти из опасной ситуации. Сказанное может относиться не только к пилотам, но и к авиадиспетчерам, операторам атомной станции, ракетной установки, космической станции и других объектов.

В реальных условиях при анализе техногенных аварий и катастроф значимость собственно человеческого фактора как такового в их возникновении среди множества других возможных причин или их сочетаний удается установить далеко не всегда. Для выяснения данного вопроса необходимо очень тщательное расследование с учетом всех, даже на первый взгляд маловероятных причин и обстоятельств. При этом, как нам представляется, следует учитывать не только непосредственное воздействие этих факторов как причины аварии, но и опосредованное их влияние на нормальное функционирование (психофизиологическое состояние, поведение и т.п.) человека. Если персонал в состоянии своевременно и правильно оценивать возникшую угрозу аварии и принимать адекватные меры, то развитие аварийной ситуации может быть

предотвращено (приостановлено) на самых ранних ее этапах, т.е. когда аварийная ситуация еще не переросла в аварию.

Таким образом, психофизиологические и технические возможности человека в обеспечении техногенной безопасности за последние десятилетия непрерывно росли. Однако постепенно они все более и более отставали от быстрых темпов развития техники и технологий. В результате существенно возросло число несчастных случаев и аварий, происходящих уже по вине человека, а не техники. Такое положение отмечено на объектах разных отраслей промышленности и транспорта. Представление о первостепенной роли человеческого фактора в возникновении аварий на АЭС подтверждено результатами многих исследований, в том числе и анализом причин Чернобыльской катастрофы – самой крупной техногенной катастрофы в мире. Необходимо вместе с тем отметить, что человеческий фактор не является единственной причиной аварий и катастроф, многие из которых обусловлены сочетанием его с другими факторами.

„Предыдущие поколения всегда были озабочены будущим, но мы являемся первыми, от решений которых зависит, будет ли Земля, наследуемая нашими детьми, обитаема”.

(Лестер Браун)

Глава 2. Техногенные аварии и катастрофы

Человек и техносфера

Вторая половина XX века отмечена **новой ситуацией в жизни человека и человечества**, а именно – возрастающей угрозой от **результатов собственной деятельности**. Человек, долгое время живший одной жизнью с природой, не умевший противостоять ее катастрофическим явлениям и много страдавший от них, со временем научился приспосабливаться к ней. Более того, он развил столь бурную хозяйственную и инженерную деятельность, что теперь уже возникла опасность для природы (22).

Так, открытие новых источников энергии, которые способны не только многократно увеличить мощь человека и возможности его воздействия на мир, но и уничтожить все вокруг, включая само человечество, стало реальным фактором современности. Многие ученые сегодня констатируют такое явление, как **экологическое отчуждение**, состоящее в нарушении гомеостаза (равновесия) между человеческим видом, оснащенным высокоразвитой техникой, и биосферой, утрачивающей свои животворные качества. В центре исследования современного общественного развития обнаруживается фундаментальная проблема – **техносфера как искусственный мир, сконструированный человеком**. **Техносфера имеет свои принципы развития, свои тенденции и правила, значительно отличающиеся от принципов и тенденций развития природного мира, а, следовательно, и самого человека**. Опасности такого развития настоятельно требуют предотвращения событий, которые на сегодняшний день характеризуются неопределенностью, с целью

решения проблемы безопасности человека, его выживания в сильно измененной среде обитания, адаптации, пределов развития и др. (95).

Происходящие в техносфере **аварии и катастрофы приводят не только к людским жертвам, но и к уничтожению окружающей среды, ее глобальной деградации, что, в свою очередь, может вызвать необратимые генетические изменения у людей.** Таким образом, между человеком, возвращенным природой, и ею самой появилось и в последнее время стало быстро углубляться серьезное противоречие. Его следует рассматривать сегодня как одно из основных противоречий современности (22).

Экстремальные и кризисные условия

За последние десятилетия жители многих регионов Земли были вынуждены находиться в зонах **экстремального воздействия**, вызванного различными катастрофами, в результате которого погибло около 3 млн. человек. По этой причине 42-я сессия Генеральной Ассамблеи ООН провозгласила 90-ые годы XX века Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий.

Под **экстремальными условиями**, как указывается в (36), следует понимать такую среду обитания, при которой может происходить ухудшение здоровья человека на индивидуальном или популяционном уровнях. Экстремальные условия можно условно разделить на естественные (или природные) и искусственные (вызванные деятельностью человека). Авторы предлагают **медико-демографические критерии состояния** здоровья населения в экстремальных условиях **разделить на катастрофические и кризисные.** Под первыми понимают условия обитания с глубокими необратимыми изменениями в окружающей среде, повлекшими существенные изменения в состоянии здоровья населения (например: увеличение перинатальной и детской смертности, а также врожденных пороков развития в 1,5 раза и более; увеличение заболеваемости по отдельным нозологическим формам, в том числе по онкозаболеваемости, по возрастным группам в 2 и более раза; появление

специфических заболеваний, этиологически связанных с экстремальными условиями).

К кризисным условиям авторы (36) относят отчетливые, но менее выраженные, чем при катастрофических условиях, изменения состояния здоровья населения (например: увеличение перинатальной и детской смертности, а также частоты врожденной патологии до 1,5 раз; увеличение заболеваемости взрослых и детей по отдельным нозологическим формам и возрастным группам, в том числе по онкозаболеваемости, от 1,5 до 2,0 раз).

Описанная выше классификация экстремальных условий по медико-демографическим показателям, представляется в целом полезной. Однако эта классификация, по нашему мнению, имеет существенное ограничение. Оно состоит в том, что для получения информации, необходимой для принятия неотложных решений по защите населения в экстремальных условиях, требуется более или менее длительное время (например, по показателям заболеваемости – не менее полугода, по смертности – не менее года, по врожденным порокам развития и онкозаболеваниям – несколько лет, и т.д.). Поэтому в основу отнесения той или иной ситуации к категориям экстремальных или кризисных ситуаций на первых этапах после их возникновения предпочтительно, по нашему мнению, положить другие достаточно быстро учитываемые критерии: площадь территории и количество населения, вовлеченных в зону действия таких условий; отношение измеряемых параметров состояния внешней среды к принятым значениям ПДК (в случаях, например, выброса токсических веществ и соединений по их концентрации в воздухе, воде; выброса радиоактивных веществ – по плотности загрязнения территории, содержанию их в пищевых продуктах и в организме человека по отношению к допустимым величинам и т.д.).

Аварии и катастрофы, определения

Часто одно и то же экстремальное событие называют либо катастрофой, либо аварией, либо чрезвычайной ситуацией. Такое положение в

определенной мере объясняется отсутствием единообразного и официально принятого определения термина „катастрофа”, а также, возможно, желанием некоторых официальных органов и отдельных ученых преуменьшить серьезность их последствий.

Итак, что такое „катастрофа”? Существует много определений этого понятия. В частности, катастрофой называют: внезапное бедствие; событие с трагическими последствиями; потрясение, влекущее за собой резкий перелом в личной или общественной жизни; переворот; уничтожение; крушение; военное поражение; разрушение; потрясающее внезапное бедствие с гибельным финалом, в том числе и для людей. Согласно Большой энциклопедии Кирилла и Мефодия, катастрофа – это „событие с несчастными, трагическими последствиями; неожиданное и грандиозное событие в истории планеты”.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предлагает делить катастрофы по происхождению: стихийные (природные), техногенные (рукотворные) и социальные (специфические). Общими **признаками катастроф** являются:

- а) внезапность;
- б) серьезная угроза здоровью и жизни отдельных групп населения и даже всего общества;
- в) нарушение привычного уклада жизни людей;
- г) нарушение целостности окружающей среды.

Международная конференция, состоявшаяся в Венесуэле еще в 1974 году, к термину „катастрофа” решила относить стихийные бедствия, военные конфликты, крупные промышленные аварии и эпидемии, при которых возникает опасность для жизни населения.

Под **аварией**, согласно Большой энциклопедии, понимается непредвиденный выход из строя, разрушение, повреждение или крушение здания, сооружения, поезда, судна, самолета, машины, станка. Или другое схожее определение: „Авария – повреждение, ущерб, выход из строя, повреждение какого-либо механизма, устройства, машины во время работы, движения. В переносном смысле – несчастный случай.” Иными словами, к авариям относятся непредвиденные негативные события на

техногенном объекте. О степени реальной опасности для здоровья людей и состояния окружающей среды в случае возникновения аварии в этих определениях ничего не говорится. Таким же существенным недостатком характеризуются определения аварии, содержащиеся в законе „О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (82) и в ГОСТе „Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.” (30).

В соответствии с Нормами радиационной безопасности НРБ-99 (76), **„радиационная авария – это потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды”**. Обратим внимание на слова „привели или могли привести”, содержащиеся в этом определении. Ведь это различные по степени радиационной опасности (риска) ситуации. Ранее, еще при подготовке проекта НРБ-99 было предложено различать аварии и так называемые **аварийные ситуации**. Последние в этом случае следовало бы рассматривать как ситуации, которые могли привести, но не привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды. Так, в одном из определений (105) под аварийной ситуацией понимают состояние атомной станции, характеризующееся нарушением пределов и/или условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию. Или другое определение: аварийная ситуация – всякое внезапное событие, связанное с одним или несколькими опасными веществами, которое могло бы привести к крупной аварии, но что не произошло вследствие сдерживающих факторов, действий или систем (49).

Однако в реальных непредвиденных ситуациях, особенно в самых начальных стадиях их развития (часы, дни), бывает еще трудно оценить возможные последствия произошедшего инцидента, а меры по их предотвращению или смягчению надо принимать немедленно. Поэтому после обсуждения было принято решение: в НРБ-99 термин „аварийная

ситуация” не применять, а фактически иметь в виду ее возможность в самом определении „радиационная авария”. Это, естественно, на практике должно способствовать повышению настороженности по отношению к любым, даже относительно небольшим аварийным ситуациям, многие из которых ранее вообще не учитывались как „незначительные инциденты”.

В связи с этим следует указать, что Международное агенство по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1990 году предложило рассматривать все **инциденты** на атомных станциях в формате **семибалльной шкалы** (101). К первому (наименьшему по степени опасности) уровню относятся инциденты (аномалии), выражающиеся в отклонениях от разрешенного режима эксплуатации, которые „могут быть вызвано ошибкой человека или процедурными несоответствиями”, при которых полностью исключалось дополнительное облучение человека или загрязнение производственной и окружающей среды. А к седьмому (наивысшему) уровню были отнесены крупные аварии (катастрофы), сопровождающиеся внешним выбросом значительной части радиоактивного материала на крупной установке (например, из активной зоны ядерного реактора). При таком выбросе возможны: острые и отдаленные последствия для здоровья людей в зоне расположения атомной станции; отдаленные последствия для людей на обширных территориях, вероятно не в одной стране; долговременные последствия для окружающей среды. К названному седьмому уровню событий следует отнести ядерную катастрофу на Чернобыльской АЭС.

Характерной особенностью **ядерных аварий и катастроф** является то, что они связаны с повреждением тепловыделяющих элементов (ТВЭЛОВ), превышающим установленные пределы безопасной эксплуатации и/или с облучением персонала, превышающим допустимое для нормальной эксплуатации. Эти ситуации обычно вызваны нарушением контроля и управления цепной ядерной реакцией деления в активной зоне реактора и сопровождаются образованием критической массы при перегрузке, транспортировании и хранении ТВЭЛОВ, нарушением теплоотвода от ТВЭЛОВ (105).

Отсутствие единого международного органа по изучению проблем, связанных с возможными техногенными авариями и катастрофами, также приводит, в частности, к не всегда однозначным трактовкам понятийного аппарата. Так, Международная организация труда (МОТ) предложила ввести термин **„крупная авария”**, под которым понимается „внезапное происшествие – такое как крупный выброс, пожар или взрыв – в ходе эксплуатации объекта повышенной опасности, вызываемое одним или несколькими опасными веществами и приводящее к серьезной как немедленной, так и отложенной опасности для работников, населения или окружающей среды” (49). Иными словами, речь идет о событии, занимающем некое промежуточное положение между аварией и катастрофой. Возможность (даже потенциальную) возникновения катастрофы и, соответственно, дефиниции этого термина указанный документ вообще не предусматривает. В ГОСТе „Пожарная безопасность.” (30) в качестве критерия для отнесения аварии к категории „крупная авария” указывается только число погибших - „не менее десяти человек”.

Возможность (вероятность) аварии (катастрофы) должна предусматриваться еще на этапе проектирования объекта. В связи с этим в НРБ-99 выделялось отдельное понятие **„авария радиационная проектная** – авария, для которой проектом определены исходные и конечные состояния радиационной обстановки и предусмотрены системы безопасности”. Установлено также понятие **„планируемое повышенное облучение”**. Этот вид аварийного облучения персонала допускается в дозах, превышающих основные дозовые пределы, установленные для нормальных условий эксплуатации, с целью предупреждения дальнейшего развития радиационной аварии или ограничения ее последствий.

Нередко понятия „авария” и „катастрофа” подменяются термином **„чрезвычайная ситуация”**. Однако это различные понятия. Понятие „чрезвычайная ситуация” в значительной степени относится к последствиям аварий и катастроф (29). В соответствии с Федеральным законом „О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”, „чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате

аварии, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей”. В (45) указывается, что чрезвычайной называют внезапно возникшую ситуацию, которая характеризуется: социально-экологическим или экономическим ущербом; необходимостью защиты населения от воздействия вредных для здоровья факторов (химические агрессивные или радиоактивные вещества, микроорганизмы, травмирующие техногенные и другие факторы); проведением спасательных, неотложных медицинских и эвакуационных работ; ликвидацией негативных последствий случившегося.

Таким образом, чрезвычайная ситуация – это не авария или катастрофа, а одно из их последствий, а именно – сложившаяся в их результате **чрезвычайная (или экстремальная) обстановка на определенной территории**. В прошлом в связи с существовавшим на многих радиационных, химических или других объектах строгим режимом секретности об авариях или катастрофах местные органы власти и надзорные органы нередко узнавали не по информации из „первоисточников”, а именно по чрезвычайной ситуации, создавшейся в результате техногенных аварий на окружающей территории за пределами объекта.

Условия и причины аварий и катастроф

На основании анализа **условий возникновения аварий и катастроф** техногенного характера **основными угрозами (причинами)**, их вызывающими, по данным (22), являются:

- продолжающийся недопустимый износ производственного оборудования;
- резкое снижение уровня техники безопасности, качества сырья и качества изготавливаемой продукции;

- недостаточное оснащение работников приборами обнаружения и контроля опасных и вредных факторов, а также средствами индивидуальной и коллективной защиты от них;
- низкая технологическая надежность систем обеспечения безопасности, а также систем управления;
- низкая культура производства, снижение компетентности и ответственности специалистов, работающих на вредных и потенциально опасных предприятиях;
- увеличение масштабов использования взрыво-, пожаро-, химически-, радиационно- или биологически опасных веществ и технологий; размещение таких производств вблизи жилых зон и систем их жизнеобеспечения;
- недостаточность и несогласованность в осуществлении мероприятий по предотвращению (или максимальному снижению вероятности и масштабов) аварий и катастроф;
- просчеты в технической политике, проектировании, строительстве и модернизации вредных и потенциально опасных производств;
- недостаточный контроль и надзор за состоянием потенциально опасных объектов, сокращение числа работников, ответственных за обеспечение безопасности, предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

В качестве иллюстрации последнего положения приведем результаты наших исследований по анализу причин радиационных аварий в условиях широкого использования радиоизотопных приборов технологического контроля управления производством в различных отраслях промышленности. Абсолютное число таких аварий за период с 1960 по 1990 год непрерывно росло; они составляли 35 % от общего числа радиационных аварий в неатомных отраслях промышленности. При этом была установлена интересная высоко достоверная закономерность (см. рис. 2): частота этих аварий (в расчете на один имевшийся на предприятии радиоизотопный прибор) оказалась обратно пропорциональной числу этих приборов на предприятии. Иными словами, чем больше число радиоизотопных приборов на предприятии, тем меньше относительная

вероятность радиационной аварии на этом объекте. Это, по-видимому, объясняется тем, что на предприятиях, использующих большое число радиоизотопных приборов, лучше организован контроль за обеспечением радиационной безопасности, имеется соответствующая служба либо ответственное лицо, осуществляющее контроль за их сохранностью и правильной эксплуатацией. На объектах, где имеется один или небольшое

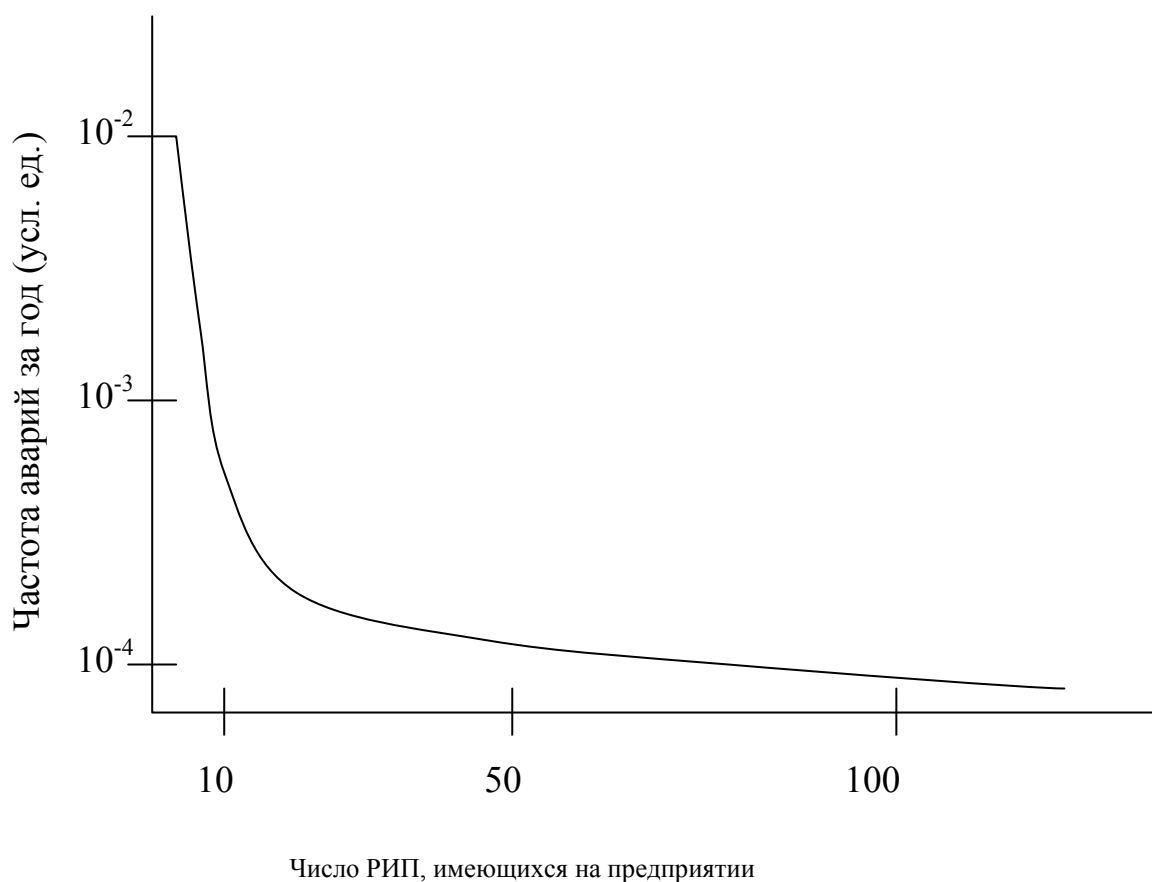


Рис.2. Зависимость частоты радиационных аварий (в расчете на один РИП) от общего числа радиоизотопных приборов (РИП), имеющихся на предприятии.

число таких радионуклидных источников (к тому же часто неиспользуемых и находящихся в доступных для хищения или утраты местах) вероятность радиационной аварии значительно возрастает. Анализ показал, что именно хищение или утеря источников излучения явились

причиной почти половины радиационных аварий, связанных с радиоизотопными приборами.

Не возражая в принципе против обоснованности перечисленных выше причин возникновения техногенных аварий и катастроф (22), отметим все же, что они затрагивают в основном технико-организационные вопросы. Роли же человеческого фактора – работников, осуществляющих проектирование, конструирование, строительство, эксплуатацию и надзор за техногенной безопасностью (в плане предотвращения или максимального снижения вероятности аварий и катастроф), – в этом перечне не уделено необходимого внимания. А ведь именно человеческий фактор в большинстве случаев (от 50-60% до 80-90%) является главной причиной возникновения аварий и катастроф на объектах различных потенциально опасных отраслей промышленности и на транспорте.

По данным Госдоклада МЧС России за 2001-2002 год (112), основной вклад в техногенные чрезвычайные ситуации (как по их количеству, так по числу пострадавших и погибших людей) вносят:

1. Пожары в жилом секторе (до 60%, до 42% и 70% соответственно).
2. Крупные дорожно-транспортные происшествия с гибелью нескольких человек (до 15%, до 41% и 70% соответственно).

Так, только за 2002 год в Российской Федерации вследствие чрезвычайных техногенных ситуаций погибло 33243 человека, что более чем в 15 раз больше, чем погибло во всех других чрезвычайных ситуациях в этом же году, а ущерб, причиненный государству автоавариями, составил 182 млрд. рублей. Доля пожаров и крупных ДТП в общем количестве техногенных чрезвычайных ситуаций составляет 70%, а доля погибших и пострадавших равна 92,5% и 44% от общего числа погибших в результате всех чрезвычайных ситуаций (112). Вклад же других видов чрезвычайных ситуаций в „рост угроз техногенного характера” невелик; например, доля аварий с выбросом (или угрозой выброса) химически опасных веществ в общем числе техногенных чрезвычайных ситуаций максимально составляет только 6,2%, а максимальная доля погибших и пострадавших в таких ситуациях – 2,6% и 5% соответственно.

Из техногенных инцидентов XX века наиболее крупными по масштабу и по тяжести последствий были катастрофа на Чернобыльской АЭС и радиационные аварии на производственном объединении „Маяк” (Южный Урал).

Чернобыльская катастрофа

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года, примерно в 1 час 30 минут на четвертом энергоблоке ЧАЭС произошла ядерная катастрофа. В результате ее возник тепловой взрыв с разрушением активной зоны ядерного реактора и выбросом радиоактивных продуктов распада (радионуклидов) в атмосферу. Выброс радионуклидов продолжался в течение более двух месяцев, вплоть до окончания работ по строительству над разрушенным реактором специального укрытия (саркофага). В момент инцидента на первой и второй очереди станции находилось 176 человек дежурного эксплуатационного персонала, а также работников различных цехов и ремонтных служб. Кроме того, на сооружении третьей очереди ЧАЭС (пятый и шестой энергоблоки) трудилось 268 строителей и монтажников.

Непосредственно во время катастрофы острому радиационному воздействию в поражающих дозах подверглось свыше 300 человек, преимущественно из персонала АЭС и прибывших пожарных. Из них 237 пострадавшим, получившим самые высокие дозы облучения, был поставлен диагноз „острая лучевая болезнь”. Наиболее тяжело пострадавших (31 человек) спасти не удалось.

Более 40% ликвидаторов, по данным (б3а), находились в зоне радиационного воздействия свыше трех месяцев, $\frac{1}{4}$ часть – от 1 $\frac{1}{2}$ до 2 месяцев. Непосредственно в 30-ти километровой зоне работало только 30-40% от общего числа ликвидаторов. Остальные работали в районах интенсивного загрязнения за пределами этой зоны.

Уникальный характер Чернобыльской катастрофы обусловлен рядом ее особенностей. Во-первых, это самая крупная авария на атомном реакторе. Во-вторых, эта авария сопровождалась самым большим выбросом радионуклидов в окружающую среду, который, по расчетным оценкам, в 200 раз превышал суммарную активность радионуклидов,

образовавшихся в результате атомной бомбардировки японских городов Хиросима и Нагасаки (72). Следует при этом отметить, что доза внутреннего облучения населения, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС, была соизмерима, особенно в первые месяцы после аварии, с дозой внешнего облучения, создаваемого в основном гамма-излучением выпавших радионуклидов – йода-131, цезия-137 и 134. Облучение же жителей Хиросима и Нагасаки было обусловлено в основном внешним гамма-излучением и нейтронным излучением. В-третьих, в результате катастрофы на ЧАЭС оказались загрязненными огромные территории – около 25 тысяч кв.км с плотностью радиоактивного загрязнения более 185 кБк/кв.м.

О масштабах Чернобыльской катастрофы можно судить по площади радиоактивных выпадений („чернобыльский след”). Сравнительные данные (по опубликованным материалам) по образовавшейся радиоактивной загрязненности в трех странах СНГ (России, Украине и Беларуси) и других европейских странах приведены в таблице 2.1 Из приведенных данных можно видеть, что по площади загрязнения цезием-137 на долю России, Украины и Беларуси (вместе взятых) приходится около $\frac{1}{2}$ всей площади радиоактивных загрязнений в Европе и более $\frac{2}{3}$ территорий с загрязнением свыше 1 ки/км². По вкладу в суммарное количество выпавшего цезия-137 на долю России приходится 29,7%, Беларуси – 23,4%, Украины – 18,8%, т.е. по трем республикам вместе – 71,9% от суммарного загрязнения этим радионуклидом в Европе.

Сейчас очевидно, что масштабы Чернобыльской катастрофы и ее последствий значительно превышают первоначальные оценки, сделанные как в 1986 – 1987 гг., так и некоторые оценки, сделанные даже в конце прошлого столетия.

В зависимости от плотности радиоактивного загрязнения (по цезию-137) в четырех наиболее загрязненных областях России – Брянской, Калужской, Орловской и Тульской (так же, как и в некоторых других радиоактивно загрязненных регионах России) – были выделены три зоны:

- зона проживания с льготным социально-экономическим статусом (уровень загрязнения от 1 до 5 ки/км²);

- зона проживания с правом на отселение (уровень загрязнения 5-30 ки/км²);
- зона обязательного отселения (свыше 30 ки/км²).

Таблица 2.1

Загрязнение территории европейских стран цезием-137
вследствие Чернобыльской катастрофы

Страна	Площадь, 10 ³ км ²		Чернобыльские выпадения, % от суммарных выпадений в Европе
	Страны	Территории с загрязнением выше 1ки/км ²	
Австрия	84	11,08	2,5
Беларусь	210	43,50	23,4
Великобритания	240	0,16	0,8
Германия	350	0,32	1,9
Греция	130	1,24	1,1
Италия	280	1,35	0,9
Норвегия	320	7,18	3,1
Польша	310	0,52	0,6
Россия (европейская часть)	3800	59,30	29,7
Румыния	240	1,20	2,3
Словакия	49	0,02	0,3
Словения	20	0,61	0,5
Украина	600	37,63	18,8
Финляндия	340	19,00	4,8
Чехия	79	0,21	0,5
Швейцария	41	0,73	0,4
Швеция	450	23,44	4,5
Европа (в целом)	9700	207,5	100,0

Из официальных данных (таблица 2.2) можно видеть, что как по числу наиболее загрязненных (свыше 5 ки/км²) населенных пунктов, так и числу

жителей, проживающих в них, Брянская область значительно „опережает“ другие три области (на ее долю приходится соответственно около 70% и более 80% от суммарных значений этих показателей по четырем областям). При этом населенные пункты (с населением 78,6 тыс. человек), имеющие плотность загрязнения свыше 30 ки/км² (их всего 194), зарегистрированы только в Брянской области.

Таблица 2.2

Зонирование территорий четырех областей России, подвергшихся наиболее значительному загрязнению вследствие катастрофы на ЧАЭС (по состоянию на 01.01.1999 г.)*

Область	Зоны проживания		Зона обязательного отселения (свыше 30 ки/км ²)
	с льготным социально-экономическим статусом (свыше 1 ки/км ²)	с правом на отселение (свыше 5 ки/км ²)	
Брянская	539/172	237/133	194/78,6
Калужская	284/88	68/4,4	–
Орловская	885/142	15/0,5	–
Тульская	1184/719	121/31,9	–
По 14 областям России (включая уже указанные)	3703/1540,2	441/169,8	194/78,6

* в числителе – число населенных пунктов, в знаменателе – число жителей (тыс. чел.).

Всего на территориях радиоактивного загрязнения, обусловленного катастрофой на ЧАЭС, проживало 6,8 млн граждан бывшего Советского Союза (Бюллетень МАГАТЭ, 2000).

По оценке экспертов Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР) (135), полная коллективная эффективная доза облучения для всех, попавших в зону воздействия Чернобыльской катастрофы, составляет 600 тыс. чел.-Зв. Из них 240 тыс. чел.-Зв. приходится на бывший Советский Союз. Из полной коллективной дозы

430 тыс. чел.-Зв. обусловлено цезием-137, 120 тыс. чел.-Зв. – цезием-134, 47 тыс. чел.-Зв. – йодом-131.

Средняя доза облучения представительной группы ликвидаторов последствий Чернобыльской катастрофы из России, по данным (15), составила 12 сГр. При этом у 44,6% доза была в пределах 10-25 сГр, у 30,3% – 5-10 сГр, у 15% – 1-5 сГр и 9% – 0-1 сГр. Облучению в дозе 25-50 сГр и более подверглось только 1,1% ликвидаторов. По расчетам С.И. Иванова (40), средняя доза облучения всего контингента ликвидаторов составила в 1986 году около 16 сГр, а в 1987 и 1988 годах – соответственно 9 и 3,3 сГр. По сравнению с населением, проживающим на радиоактивно загрязненных территориях, средняя доза облучения ликвидаторов в 1986 году была в 3-10 раз выше, чем в последующие два года.

Приводимые сведения о дозах облучения ликвидаторов в 1986 году относительны, поскольку индивидуальная дозиметрия в первый период катастрофы должным образом не была налажена. Можно полагать, что суммарные дозы у ликвидаторов могут быть выше зарегистрированных доз на основании данных дозиметрии внешнего облучения. Только относительно небольшая группа ликвидаторов, по оценкам Л.А. Ильина (42), могла подвергнуться облучению в дозах 50-100 сЗв, уровни облучения остальных как правило были намного ниже.

Наиболее важным, ведущим фактором Чернобыльской катастрофы, оказавшим сильное негативное влияние на население радиоактивно загрязненных территорий, является, безусловно, **социально-психологический фактор**. Чернобыльская катастрофа привела к долговременным негативным изменениям в жизни людей, живущих в загрязненных районах, т.к. меры, предпринимаемые для ограничения доз облучения, включали резкие изменения в потреблении пищевых продуктов, ограничение деятельности отдельных лиц и семей, включая переселенных с территорий радиоактивного загрязнения. (130).

Радиационные аварии на Южном Урале

За длительный период работы на производственном объединении “Маяк”, расположенном на расстоянии 100 км от Челябинска, произошло несколько радиационных аварий. Наиболее значительными по масштабам были две аварии:

- авария в результате сброса жидких радиоактивных отходов в реку Теча, который в основном продолжался с 1948 по 1951 год; всего было сброшено около 3 млн. ки активности;
- авария в 1957 году вследствие взрыва емкости с жидкими радиоактивными отходами, в результате чего в окружающую среду было выброшено приблизительно 70 млн. ки радионуклидов.

Сведения об этих авариях были недоступны для населения вплоть до 1989 года, когда было издано постановление правительства об их рассекречивании. Тем не менее информация о самом факте этих аварий существовала (в частности, от переселенных и непереселенных жителей загрязненных территорий), однако официальные данные о реальной радиационной опасности этих аварий отсутствовали.

После рассекречивания сведений об Уральских авариях и их последствиях для здоровья, наряду с объективной научной информацией (13), в средствах массовой информации стало появляться множество некомпетентных, явно политизированных (приближались выборы народных депутатов!) статей, телепередач, выступлений и т.п., в которых опасность отдаленных радиологических последствий Уральских аварий преувеличивались во многие десятки (и даже в сотни) раз, а само население называлось жертвой произвола. На этом сильно „разогретом” политизированном фоне, который, в свою очередь, наложился на глубокий социально-экономический кризис в стране, связанный с перестройкой, часть населения Челябинской, Свердловской и, частично, некоторых

других соседних областей, подверглась воздействию так называемого „отставленного” социально-психологического стресса (60, 63, 128).

По данным ГНЦ – ИБФ, основное число больных хронической лучевой болезнью в СССР (2700 чел., в основном из персонала, из них 2348 – на ПО „Маяк”) зарегистрировано в первые 10 лет его работы (1948-1957 гг.). В последующие годы, по этим данным, имели место единичные случаи вновь возникших заболеваний хронической лучевой болезнью на Сибирском химическом комбинате (СХК), либо ретроспективно установлены перенесенные ранее заболевания на СХК и ПО “Маяк”.

Массированный сброс радиоактивных отходов ПО “Маяк” в реку Теча привел к хроническому многолетнему облучению населения, проживающего в ее бассейне. Оно было обусловлено как внешним гамма-облучением, так и внутренним облучением за счет употребления речной воды и продуктов питания местного производства. В условиях хронического поступления в организм стронция-90 „критическими органами” (по старой терминологии) являлись красный костный мозг и костная ткань. Дозы на гонады (половые железы) преимущественно были обусловлены внешним облучением и у жителей прибрежных сел р.Теча составляли в среднем 114 мЗв (максимальное значение – 117,2 сЗв). Примерно для тысячи жителей прибрежных сел дозы на гонады обоих родителей превышали 25 сЗв (1). По нашим оценкам (62) эффективная накопленная доза неотселенных жителей поселков, расположенных в бассейне р.Теча (Муслумово, Татарская Карболка и др.), составила в среднем от 5 до 15 мЗв.

Средняя доза облучения эвакуированного населения в результате радиационной аварии 1957 года (1,1 тыс. чел.) составила 520 мЗв; а доза облучения переселенного населения (11,6 тыс. чел.) – 230-440 мЗв (11).

Таким образом, за последние десятилетия возникла реальная опасность для человека в измененной в результате его деятельности техногенной среде. Значительную угрозу здоровью и жизни людей (как работающих на потенциально опасных предприятиях, так и проживающих в районах их расположения) представляют техногенные аварии и катастрофы.

Рассмотрены существующие определения понятий: „авария”, „катастрофа”, „радиационная авария”, „аварийная ситуация”, „ядерная авария и катастрофа”, „чрезвычайная ситуация”. Проанализированы условия, причины и масштабы аварий и катастроф в производственной сфере, а также их вклад в общее число техногенных чрезвычайных ситуаций. Приведено описание условий возникновения и масштабов Чернобыльской катастрофы (1986) и Уральских радиационных аварий (1948-1951 гг.; 1957 г.).

„Риск – это всеобъемлющая характеристика общества, которое после индустриального и постиндустриального этапов развития превращается в „общество рисков“.

(У. Бек)

Глава 3. Риск и ущерб от аварий

Ускоренное развитие техники и технологий, создание принципиально новых, значительно более совершенных технических комплексов, машин и оборудования получили дополнительный мощный импульс в связи с глобализацией экономики. Создается непривычная для человека техногенная среда, чреватая многими отнюдь не безопасными воздействиями на здоровье населения.

В период социальных потрясений, небывалого ранее роста техногенных и иных аварий и катастроф, экологического загрязнения окружающей среды отмечается ухудшение основных показателей здоровья населения, вовлеченного в эти катаклизмы, в частности ухудшение показателей рождаемости, воспроизводства населения, увеличение смертности, уменьшение продолжительности жизни. Катастрофические события могут негативно отразиться на уровне здоровья населения страны в целом.

По данным ВОЗ, свыше 100 тысяч (а нередко называют цифру 500-600 тысяч и более) химических веществ, 200 биологических агентов, около 50 физических факторов и 20 факторов трудового процесса, воздействуя на человека в многообразных сочетаниях и экспозициях, формируют различные по видам и уровню **рисковые ситуации**. Так, специалисты МОТ и ВОЗ выделяют более 150 классов профессиональных рисков и приблизительно одну тысячу их видов, которые представляют реальную опасность для работников, занятых в двух тысячах различных профессий. При этом считается, что данная классификация является неполной и охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда (98).

Опасность и риск, определения

Эти ситуации проявляются по-разному в зависимости от принимаемых мер защиты работников и могут существенно варьировать по тяжести последствий. Наличие факторов опасности (риска) на таких производствах (часто называемых „опасными“) диктует необходимость рассмотрения комплекса вопросов, относящихся к определению понятий „опасность“, „риск“, „ущерб“.

В системе охраны труда, направленной на обеспечение сохранения жизни и здоровья работников, рассматривают два вида производственных факторов. К **вредным производственным факторам** относят производственные факторы, воздействие которых на работника может привести к его заболеванию. **Опасными производственными факторами** считаются факторы, воздействие которых на работника может привести к его травме.

Термины „опасность“ и „риск“ близки по своему содержанию. Вместе с тем между ними имеются и определенные различия. Так, **опасность – это угроза, возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде** вследствие аварии (или других причин) на опасном производственном объекте. Опасность аварии на таком объекте связана с возможностью разрушения сооружений, технических устройств, взрывом или выбросом опасных веществ с последующим причинением ущерба человеку, имуществу и (или) нанесением вреда окружающей природной среде. По другому определению, опасность – это потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызвать поражение людей, нанести материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую среду (30).

Таким образом, термин „опасность“ относится к возможной (потенциальной) аварии на опасном производственном объекте. Опасность обычно может быть оценена количественно только после аварии (в случае, если опасность переросла в аварию) по ущербу, нанесенному человеку (людям), имуществу, окружающей среде.

В отличие от термина „опасность” термин „**риск**” уже **количественно характеризует вероятность наступления того или иного неблагоприятного результата** от воздействия (не обязательно вследствие аварии) опасных производственных факторов и его **возможные масштабы** (степень выраженности). Иными словами, риск аварии является мерой опасности. Расчеты риска применительно к конкретному производственному объекту (или технологии) обычно проводятся еще на стадии его проектирования. Эти расчеты служат, в свою очередь, основой для разработки необходимых мероприятий по защите (безопасности).

В понятие „риск” вкладывают довольно широко отличающиеся друг от друга представления. Однако общим для них является неуверенность, произойдет ли нежелательное событие и возникнет ли неблагоприятное последствие.

Среди различных видов риска (деловых, организационных, рыночных, кредитных, юридических) выделяют так называемый „**техно-производственный риск**” – риск нанесения ущерба окружающей среде (экологический риск), риск возникновения аварий пожаров, поломок (отказов оборудования), а также риск, возникающий в результате ошибок при проектировании и монтаже, нарушении правил эксплуатации технических устройств (технологий). Минимизация техно-производственного риска является приоритетной задачей для предприятия (99).

Риск – это двумерная величина, характеризующая вероятность и объем потерь, вызванных неопределенностью, сопутствующей деятельности предприятия. Применительно к практическим задачам охраны здоровья людей наибольшую универсальность имеет определение, в котором **под риском понимают величину, включающую два параметра:**

- **вероятность возникновения опасного воздействия;**
- **величину неблагоприятного эффекта, связанного с этим воздействием** (97).

В связи с этим, по мнению исследователей (92, 120), наиболее приемлемой является следующая формулировка (предложенная для оценки надежности сооружений): „**Величина риска определяется как**

произведение величины события на меру возможности его наступления”.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ (1978), риск определяется как ожидаемая величина нежелательных эффектов, возникающих от заданного вида загрязнения. Согласно Глоссарию Американского агентства по охране окружающей среды (US EPA), риск – это вероятность появления заболевания или смертельного исхода при определенных обстоятельствах. Количественно риск выражается величинами от нуля (отражающего уверенность в том, что вред здоровью не будет нанесен) до единицы (отражающей уверенность в том, что он будет нанесен) (80а).

В отечественных НРБ-99 (76) риск радиационный определяется как вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.

При этом не следует смешивать **риск радиационный** и **риск радиационных (или ядерных) аварий**. В случае таких аварий возможно возникновение у работников радиационных (ядерных) объектов вредных эффектов **не только в результате облучения, но и вследствие воздействия нерадиационных факторов** (психологический стресс, загрязнение окружающей среды химическими соединениями, нарушение сложившегося уклада жизни и питания и пр.) и их комбинаций (60); последнее в ряде случаев оказывается наиболее тяжелым последствием аварий.

Выделяют также понятие **потенциального радиационного риска** – вероятности возникновения неблагоприятных последствий при заданных (расчетных) условиях. Выражается он в процентах или в долях единицы (46).

Сравнение разных причин риска

Для задач обоснования показателей безопасности часто сравнивают величины риска возникновения летального (смертельного) исхода в различных условиях жизни и деятельности человека. Начнем с „фонового” риска смерти человека от болезней и старости. Этот риск, обусловленный

„внутренней средой обитания”, составляет примерно $1 \cdot 10^{-2}$ в год, т.е. в среднем один человек из 100 умирает ежегодно от болезней и старости. Наибольший вклад в этот риск дают сердечно-сосудистые ($4,7 \cdot 10^{-3}$ в год) и онкологические ($1,6 \cdot 10^{-3}$ в год) заболевания. Принято также считать, что, помимо „фонового” риска, человек подвержен риску гибели от стихийных бедствий техногенного (пожары, взрывы, выбросы вредных веществ) или природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы и т.п.) (96). К этому надо добавить другие виды опасности (бытовые, криминальные и проч.). В таблице 3.1 представлены данные по величине индивидуального риска (в смертельных случаях и сокращении средней продолжительности жизни).

Из таблицы 3.1 можно видеть, что **наибольший** из рассмотренных **рисков** для здоровья и жизни человека **связан с курением, работой в угольной шахте и избыточным весом**. На четвертом месте по сокращению продолжительности жизни находятся **профессиональные несчастные случаи**, риск которых превышает суммарный риск от всех остальных причин гибели.

По оценке американских экспертов, риск от выбросов 100 угольных и нефтяных электростанций (мощностью по 1000 Мвт) составляет $3 \cdot 10^{-5}$ в год. Это в 50 раз больше, чем риск от выбросов АЭС ($6 \cdot 10^{-7}$) (96). Здесь, однако, следует отметить, что приведенное значение риска относится к нормальным условиям эксплуатации АЭС. При возникновении крупной аварии или ядерной катастрофы риск для населения обширных территорий может namного (до нескольких порядков) возрасти. В последующие годы эта величина заметно снижается, однако на многие годы остается весьма существенным риск от **социально-психологических последствий** крупных аварий и катастроф (не только ядерных), который до настоящего времени не поддается строгому количественному определению.

Таким образом, корректная сравнительная оценка риска, создаваемого деятельностью производственных или иных объектов, может быть основана на учете, по возможности, всех основных негативных факторов, которые могут воздействовать на здоровье населения.

Таблица 3.1

Индивидуальный риск и риск, выраженный в сокращении средней продолжительности жизни (96)

Деятельность, события	Индивидуальный риск, 1 /чел.-год	Сокращение средней продолжительности жизни, (дни)
Курение	—	1630
Работа в угольной шахте	$1,2 \cdot 10^{-3}$ (США)	1100
Излишний вес, 30 фунтов	—	920
Все несчастные случаи	$5,8 \cdot 10^{-4}$	450
Несчастный случай на автотранспорте	$2,8 \cdot 10^{-4}$	200
Алкоголь	—	130
Самоубийство	$2,2 \cdot 10^{-4}$	85
Убийство	10^{-4}	85
Профессиональные несчастные случаи	—	655
Несчастный случай на воде	$4 \cdot 10^{-5}$	42
Подъем ограничения скорости с 55 до 65 миль/час	—	40
Падения	$4 \cdot 10^{-5}$	40
Яды, удушья	—	38
Ожоги, пожар	$4 \cdot 10^{-5}$	28

Риск аварий

Несмотря на повышение уровня жизни и значительное увеличение продолжительности жизни в большинстве европейских стран риски возникновения экстремальных событий, в том числе в техногенной сфере, не только не уменьшились, но и возросли как по частоте, так и по тяжести последствий, а их природа стала более сложной. Отмечено, в частности,

увеличение количества техногенных аварий на химических заводах в европейских странах, в Индии, Китае, радиационные аварии на Урале, Чернобыльская ядерная катастрофа и многие другие инциденты, в том числе на транспорте, строительстве и т.д.

С целью выявления неблагоприятного воздействия того или иного фактора и оценки его опасности часто применяют понятие **относительного риска** – безразмерной величины, выражающей уровень этого воздействия по заболеваемости, смертности и другим медико-демографическим показателям в наблюдаемой группе населения либо у работающих по отношению к аналогичным показателям в группе сравнения (или контрольной группе). При этом необходимым условием является возможно более полная идентичность сравниваемых групп населения или работников по распределению основных показателей – возрастно-полового, социального статуса, рода занятий и т.п. Только в этом случае выявляемые у лиц основной группы изменения (отклонения) в исследуемых медико-демографических показателях можно, с определенной долей уверенности (статистической достоверности), отнести к эффектам от воздействия изучаемого (либо изучаемых) фактора окружающей либо производственной среды.

В настоящее время в отношении многих факторов окружающей среды считается общепризнанным положение о **беспороговом их действии** на организм человека. Это означает, что **любое, даже относительно небольшое по величине воздействие того или иного техногенного фактора может представить потенциальный риск для здоровья**, поскольку с любым видом деятельности связана определенная степень опасности вредного воздействия, результатом которого может быть заболевание, травма или смерть человека. Как же в таких условиях поступить с обеспечением безопасности человека?

С этой целью вводится понятие так называемого **приемлемого риска**, то есть такого риска, с которым можно согласиться. В идеальном случае **уровень приемлемого риска должен соответствовать условию равновесия между риском и пользой** от определенного вида деятельности.

Анализ риска аварии – это процесс идентификации опасностей и оценки риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей природной среды. **Анализ риска аварии является составной частью управления промышленной безопасностью.** Он состоит в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных событий. Результаты анализа риска используются при экспертизе и декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании, экономическом анализе безопасности по критериям „стоимость-безопасность-выгода”, оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности (73).

Профессиональный риск тесно связан с неопределенностью и вероятностными характеристиками объективно-субъективных взаимосвязей: проявлением сложного комплекса факторов условий труда и трудового процесса (воздействием технической системы на человека), психофизиологического состояния человека и его здоровья (восприятия рисков), развитости механизмов и институтов защиты от рисков (охрана и медицина труда, социальное страхование и реабилитационное обеспечение). **Каждую из сфер риска – формирующую профессиональный риск (техническая система), воспринимающую риск (профессиональные группы работников) и управляющую риском (институты техники безопасности, охраны и медицины труда, страхования) – важно изучать как по отдельности, так и в комплексе:** в форме результирующего эффекта взаимодействия существующих видов и уровней рисков, субъектов рисков и культуры управления безопасностью (112). На величину риска существенное влияние оказывает пол и возраст лиц, подвергающихся воздействию вредного фактора (48).

В последние годы в химической, нефтегазовой, авиационной, промышленности применяется **вероятностный анализ безопасности (ВАБ)**, основанный на базах данных о надежности оборудования и

использования „деревьев отказов”. Данные о надежности основаны на статистике отказов, но одно дело рассчитывать по статистике отказов вероятность возможных аварий, другое – экстраполировать статистику уже произошедших аварий на возможные. Вероятностный анализ промышленной безопасности в основном используется для проектирования объектов, а статистические расчеты вероятности – для действующих предприятий. Когда для действующих и проектируемых объектов ВАБ проводится по одинаковым расчетным методикам, следует помнить, что в первом случае применяется специфическая база данных о надежности уже используемого на этих объектах оборудования, а для проектируемых объектов – обобщенная база данных о надежности оборудования, которое предполагается использовать (112).

Несмотря на определенное различие понятий „авария” и „катастрофа” (см. главу 2) во многих сводных материалах они рассматриваются в суммарном выражении. Тем не менее, эти данные могут представить интерес. Так, в (19) приводятся сведения об относительной частоте техногенных и природных аварий и катастроф (таблица 3.2)

Таблица 3.2

Относительный рост числа техногенных и природных аварий и катастроф

Тип аварий и катастроф	Периоды времени (годы)				
	1991	1992	1993	1994	1995
Техногенные	1,00	4,3	3,9	4,6	6,02
Природные	1,00	1,07	1,03	1,39	1,16

Из представленных данных можно видеть, что за период с 1991 по 1995 год средний прирост техногенных аварий и катастроф значительно, более чем на порядок, превысил темп прироста природных аварий и катастроф.

По данным (107), в России в 1997 году число чрезвычайных ситуаций по сравнению с 1996 годом увеличилось на 20%, а численность пострадавших людей – в 4,5 раза. В том числе число чрезвычайных ситуаций

техногенного происхождения увеличилось на 14%, в то время как число пострадавших – в 26,5 раза.

Количество катастроф с высоким экономическим ущербом (не менее 1% от валового внутреннего годового продукта страны) с 60-х до 90-х годов XX века возросло более чем в 4 раза. В России риск оказаться среди пострадавших или погибнуть в результате катастроф выше, чем в развитых странах мира. При этом число погибших ежегодно повышается примерно на 4%, а материальный ущерб возрастает в среднем на 10%. По данным Брюссельского центра по эпидемиологическим катастрофам, отмечается значительное увеличение числа пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: если в 60-х годах от них пострадал 1 человек из 62 проживающих на Земле, то в 90-х – уже один из 29.

По мере становления многополярного ядерного мира можно ожидать увеличения числа аварий и катастроф, связанных с ядерными технологиями (113). При этом следует учитывать, что в России в зонах возможного (в случае возникновения крупных аварий и катастроф) радиоактивного и химического загрязнения проживает около 60 млн. человек, т.е. более 40% населения страны (22). Однако несмотря на принимаемые меры пока еще нет оснований говорить о существенном снижении вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций на радиационно и химически опасных объектах. Так, хотя в 1996 году на радиационно опасных объектах не было официально зарегистрировано аварий или серьезных происшествий, тем не менее на российских АЭС произошло 87 нарушений в работе ядерных энергетических установок. На 45% увеличилось количество чрезвычайных ситуаций, связанных с хищением (или утратой) радиоактивных источников. В том же году на химических предприятиях произошло 74 аварии с выбросом вредных токсических веществ в окружающую среду.

В настоящее время в России эксплуатируется около 50 тысяч магистральных нефтепроводов, отдельные участки которых расположены в зонах действия опасных природных и техногенных явлений. По этой причине они подвержены повышенному риску аварийного повреждения и разгерметизации, а прилегающие территории – риску загрязнения нефтью.

Такие аварии не стали уже редки. По расчетам средневзвешенная частота аварий, сопровождающихся разливом нефтью в количестве более 1000 т, составляет величину, равную 1 аварии в 30-40 лет и в расчете на 1000 км трассы магистрального трубопровода (89).

Методология оценки риска

Методология оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека является новым, относительно молодым, развиваемым во всем мире междисциплинарным научным направлением. В нашей стране в течение многих десятилетий традиционно сложился и законодательно закреплён акцент на установление и использование **предельно допустимых гигиенических нормативов** как основного инструмента управления качеством окружающей среды и охраны здоровья работающих и населения (79). Этот подход был основан на признании наличия порога в действии на организм вредных радиационных и нерадиационных факторов окружающей среды. Вместе с тем в настоящее время общепризнано, что **вредное воздействие на человека большинства физических, многих химических и других факторов среды** (как в профессиональной, так и коммунальной сфере) **не имеет порога**. Это привело к тому, что **концепция риска и связанные с ней новые методические подходы и рекомендации стали практическим инструментом в деятельности учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы и охраны окружающей среды**.

Первый этап (элемент) процедуры оценки риска – **идентификация опасности** – включает учёт всех химических, физических и других факторов окружающей (производственной) среды, вида их конкретной опасности (токсичности) для человека (канцерогенез, нарушение репродуктивного здоровья и т.п.). На втором этапе оцениваются **экспозиции и дозы** реального воздействия выявленного ранее неблагоприятного фактора и **число лиц**, подвергающихся такому воздействию. Третий этап – оценка **зависимости „доза-эффект“**, выявляемой в специальных токсикологических, радиобиологических и

других исследованиях. Особую трудность представляет **перенос (экстраполяция) экспериментальных данных, полученных в исследованиях на животных, на организм человека**, а также **экстраполяция эффектов, возникающих при воздействии больших доз (концентраций), на малые**. Такие оценки зависимости „доза-эффект” могут существенно отличаться для канцерогенов (агентов, вызывающих рак), действие которых всегда рассматривается как не имеющее порога (беспороговая линейная модель), и для неканцерогенов (79). Подробное описание методических подходов при оценке риска действия токсиканта на человека содержится в (59).

Математические методы оценки риска

Основными количественными показателями риска аварии считаются (73):

- **технический риск** – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного объекта;
- **индивидуальный риск** – частота поражения одного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности;
- **коллективный риск** – ожидаемое число пораженных в результате возможных аварий за определенный промежуток времени;
- **социальный риск** – или F/N кривая – зависимость частоты возникновения событий F, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N; этот показатель характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;
- **ожидаемый ущерб** – математическое ожидание величины ущерба от возможной аварии за определенный период времени.

Помимо статистических неопределенностей, в оценке риска имеются и неопределенности, связанные с неполнотой возможных сценариев перерастания нарушений в аварию. Это необходимо иметь в виду, поскольку отмеченные неопределенности являются следствием не только

недостатков базы данных о нарушениях (инцидентах), но и обусловлены ограниченностью наших представлений о возможных аварийных сценариях. **Самые тяжелые аварии происходили по сценариям, не предусмотренным в проектах, не вероятным с точки зрения инженерного здравого смысла, в чем и состоит их главная опасность.** При этом, по сути дела, нарушался принцип так называемого единичного отказа, лежащий в основе детерминистских обоснований безопасности. **Крупные аварии происходили при наложении нескольких независимых отказов, включая непременно ошибки персонала (112).** Именно поэтому возникает большая трудность в комплексной оценке риска, в котором важной составляющей (причиной) является человеческий фактор. Риск совершения работником (оператором) той или иной ошибки, которая в совокупности с техническими отказами (а иногда и без них) может привести к аварии, до настоящего времени количественно никак не оценен. Для этого необходимо проведение серьезных теоретических (методологических), психофизиологических, социально-гигиенических и других исследований, создание адекватных моделей и пр.

Стандартным и общепринятым методом оценки риска является **стохастический подход теории надежности (92).** При этом исходные и целевые параметры рассматриваются как случайные величины, распределенные по некоторым законам. Последние часто неизвестны и для определенности заменяются хорошо изученными распределениями, например нормальным, с учетом появления дополнительных источников риска (социального, экономического и др.) для отдельного человека, групп людей и общества в целом.

При проектировании сооружений проблема **определения величины приемлемого риска**, т.е. максимально допустимого уровня риска, решается с учетом как экономического ущерба вследствие отказа, так и возможной гибели N человек (92). Тогда среднее ожидаемое число погибших будет равно произведению вероятности отказа P_f на N , а среднее число защищенных жизней будет:

$$m(P_f) = (1 - P_f) \cdot N$$

В случае проектного решения, соответствующего оптимальному уровню надежности, среднее число защищенных жизней в зависимости от оптимального значения вероятности отказа (P_f^{opt}) составит:

$$m(P_f^{opt}) = (1 - P_f^{opt}) \cdot N$$

Дальнейшие расчеты по оптимизации надежности сооружения могут позволить за счет снижения вероятности отказов увеличить среднее число защищенных жизней и, соответственно, уменьшить затраты на защиту одной жизни. Таким образом, область обоснованной оптимизации (минимизации) риска находится в интервале от узаконенного пренебрежимо малого риска до уровня максимально приемлемого риска.

Существует, однако, и **детерминистский метод оценки риска** в эластичной математике и общей теории прочности (127). Введенное понятие резерва как естественного обобщения скорректированной погрешности позволяет оценить степень надежности нахождения параметра в пределах заданной области. Для общего случая многопараметрической задачи с определенными множествами исходных и целевых параметров их допускаяемые области значений взаимосвязаны. По области допускаяемых значений каждого из целевых параметров определяются области допускаяемых значений каждого из исходных параметров при наихудшем сочетании последних и выбираются их наименьшие области для всего множества целевых параметров. В результате устанавливаются значения резервов исходных параметров. Они гораздо меньше и реалистичнее кажущихся резервов, получаемых сопоставлением целевых параметров задачи с их предельными значениями. А значения риска оказываются, естественно, больше кажущихся.

Помимо „объективных” критериев оценки риска аварий (вернее, в дополнение к ним) существуют и „субъективные” подходы, основанные, в первую очередь, на исследовании психологических аспектов оценки риска человека. Эти подходы изложены в главе 5 „Психологические аспекты безопасности”.

Ущерб от аварий, определение

По одному из определений, **ущерб от аварии** – это **потери (убытки) в производственной и непроизводственной сфере для жизнедеятельности человека, а также вследствие вреда окружающей природной среде, нанесенные в результате аварии на опасном производственном объекте и исчисляемые в денежном эквиваленте.**

Под **ущербом здоровью** населения понимается изменение (нарушение) основных показателей здоровья населения в целом или отдельных его групп (например, работников предприятия и населения, проживающего на окружающей территории) в результате негативного (экстремального) воздействия производственных или иных экологических факторов.

Таким образом, если опасность или риск – это только возможность, вероятность возникновения аварии и предположительные ее масштабы, то **ущерб** – это уже произошедшие негативные процессы или явления, их **количественная мера** (в виде числа пострадавших людей, степени поражения, величины вреда окружающей среде, объема материальных потерь и т.п.) (30).

Размеры ущерба вследствие аварий и несчастных случаев

По подсчетам Международной организации труда, каждый день в мире на своих рабочих местах умирает около тысячи человек. Еще 270 млн. жителей планеты ежегодно получают разнообразные увечья от несчастных случаев на производстве, а 160 млн. человек становятся жертвами профессиональных заболеваний. На компенсации пострадавшим уходит 1,25 трлн. долларов или 4% от общемирового валового внутреннего продукта (88, 24). Потери ВВП вследствие смерти и заболеваний работников в 20 раз превышают размеры всей помощи, официально предоставляемой развивающимся странам. На сердечно-сосудистые болезни и заболевания опорно-двигательного аппарата приходится более половины потерь, связанных с трудовой деятельностью. Рак является главной причиной смерти в связи с трудовой деятельностью: на него приходится 32% таких случаев.

По данным Роскомстата, к началу 2003 года в России каждый шестой работник трудился в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам. Госинспекторы труда ежегодно выявляют десятки тысяч нарушений законодательства по охране труда, тысячи скрытых несчастных случаев, в том числе и со смертельным исходом (88).

Недостаточное внимание к безопасности, а, следовательно, и к здоровью работников негативно влияет на доходность (прибыль) предприятий. На российских предприятиях до последнего времени ежегодно погибало около 6 тысяч человек, а получали травмы 120-130 тысяч работников. Ущерб от аварий и катастроф в техногенной сфере ежегодно увеличивается на 2-6%. Эти трендовые показатели ущерба способны, по мнению (67), исключить возможность экономического возрождения России даже при ежегодном росте валового внутреннего продукта на 3-6%.

Методологические и методические аспекты оценки ущерба

Рассмотрим возможные подходы к **количественной оценке ущерба здоровью** работающих и отдельных групп населения – наиболее социально важной составляющей ущерба в результате техногенной деятельности человека.

Среди различных вредных факторов производственной среды за последние десятилетия важное значение приобрело ионизирующее излучение в сочетании с нерадиационными факторами, особенно в случае возникновения аварий.

Следует также учитывать, что подходы к определению ущерба здоровью отдельных групп работающих и населения в результате воздействия ионизирующего излучения изучены в относительно большей степени, чем вследствие влияния других опасных производственных факторов. При оценке возможного ущерба для здоровья людей от воздействия ионизирующего излучения, а также при определении эффективности конкретных оздоровительно-защитных мер возможно использовать

„индекс вреда” или соответственно „индекс пользы” в виде утраченных или сохраненных человеко-лет жизни.

Согласно подходу Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) (47), **степень ущерба здоровью от воздействия ионизирующего излучения прямо пропорциональна коллективной дозе** облучения определенной группы лиц подвергшихся радиационному воздействию. Этот подход основан на современных представлениях о беспороговом стохастическом (вероятностном) действии ионизирующего излучения. Под это понятие в основном подпадают канцерогенные и генетические последствия радиации, а также сокращение числа лет полноценной жизни человека.

Подход МКРЗ к количественной оценке ущерба здоровью определяется как математическое ожидание вреда (в виде „индекса вреда”) в группе людей, подвергающихся определенному воздействию, с учетом вероятности и тяжести возможных вредных эффектов. Это определение, введенное МКРЗ для оценки ущерба от воздействия радиационного фактора, при необходимости может включать и нестохастические (пороговые) негативные эффекты при воздействии облучения в дозах, вызывающих эти проявления. Поэтому данный подход к оценке ущерба здоровью, по нашему мнению, может быть распространен и на определение ущерба от воздействия нерадиационных вредных воздействий.

Зная уровень и структуру заболеваемости и смертности, можно количественно оценить влияние различных причин смерти (от основных классов заболеваний) на обобщенный индекс вреда и их относительный вклад в сокращение числа человеко-лет средней продолжительности жизни. При этом следует учитывать ущерб вследствие временной утраты трудоспособности (или инвалидности), что позволит также оценить вклад временной (или частичной) утраты трудоспособности в конечный показатель ущерба здоровью.

Предложенная нами совместно с И.Э. Бронштейн и А.Б. Базюкиным (83) методика оценки ущерба от воздействия факторов радиационной и нерадиационной природы (и их комбинаций) включает **объективный количественный анализ и сравнение двух основных показателей**

здоровья – сокращение общей продолжительности жизни и утраты лет полноценной жизни в результате нетрудоспособности (постоянной или временной, полной или частичной). Для оценки ущерба здоровью, в соответствии с рекомендациями МКРЗ (47), предложено определять индекс вреда – утраты числа лет полноценной жизни на 1000 человеко-лет. **Суммарный индекс вреда** за счет смертности, временной нетрудоспособности и инвалидности рассчитывается на основании данных, приводимых в формах ежегодной статистической отчетности. Показано, что индекс вреда за счет негативных последствий облучения является, таким образом, только одной из составляющих суммарного индекса вреда. Следует при этом подчеркнуть, что достаточно **полный учет вклада в индекс вреда различных причин** – смерти, временной или постоянной утраты трудоспособности – в значительной степени **зависит от полноты и корректности соответствующих исходных данных** и в ряде случаев потребует специальных дополнительных исследований. Во всех случаях такой анализ должен учитывать возрастную-половую и социальную структуру изучаемых групп населения, его миграцию. На основании таблиц распределения населения по полу и возрасту для каждой возрастной группы рассчитывается **средняя продолжительность предстоящей жизни (СППЖ)**. Динамика показателей смертности и величины СППЖ характеризует изменение уровня здоровья, зависящего от условий жизни изучаемых групп населения. Суммарный индекс вреда здоровью за счет преждевременной смерти, временной или постоянной утраты трудоспособности и инвалидности I_c определяется нами как сумма соответствующих индексов I_i :

$$I_c = \sum I_i$$

Нередко вместо термина „ущерб здоровью” употребляется термин „**социальный ущерб**“ Под социальным ущербом С.М.Ермаков (34) также понимает утраченные человеко-годы жизни. Для социального аспекта, по его мнению, „критериями являются степень физического страдания больного, влияющего на его моральное состояние и моральное состояние общества в целом”. При этом выделяются четыре группы социальных потерь, связанных:

- с лицами, у которых впервые установлен диагноз заболевания (заболеваемость);

- с лицами, неоднократно болеющими, с установленным диагнозом (болезненность);
- с инвалидами III, II и I группы инвалидности (инвалидность);
- с умершими (смертность).

В ходе дальнейшего анализа выделяются (не пересекающиеся между собой) следующие возрастные группы населения: до 1 года; от 1 до 2 лет (ясельный возраст); 3 – 6 лет (дошкольный возраст); 7 – 14 лет, 15 – 17 лет (школьный возраст); 18 – 21 и 22 – 49 лет (репродуктивный возраст); 50 – 54 года и пенсионный возраст. Далее вся совокупность зарегистрированных заболеваний подразделяется по группам диагнозов (36 групп). Расчетные „веса” потерь от заболеваний определяются методами экспертной оценки ведущими специалистами отрасли в несколько этапов (34).

Заканчивая общий обзор современных представлений о подходах к количественной оценке ущерба здоровью, необходимо отметить следующее:

- за последние десятилетия предприняты попытки количественной оценки здоровья в виде утраченных человеко-лет полноценной жизни;
- эти подходы применялись, в частности, при оценке величины ущерба здоровью от воздействия ионизирующей радиации в профессиональных и коммунальных условиях, а также вследствие радиационных аварий.

В целом проблема **количественной оценки и величины ущерба здоровью далеко не решена**; она потребует дальнейших углубленных исследований и разработок, направленных на придание ей большей универсальности для практического применения в условиях сочетанного воздействия на человека разнообразных факторов – радиационных и нерадиационных, в том числе социально-психологических.

В связи с этим необходимо еще раз подчеркнуть, что в условиях крупномасштабных радиационных аварий ионизирующее излучение является далеко не единственным, а в большинстве случаев и не определяющим фактором неблагоприятного их воздействия на здоровье населения. Комплексные радиационно-гигиенические и клинко-физиологические исследования, проведенные нами совместно с сотрудниками Института радиационной гигиены в 1986-93 гг. на

радиоактивно загрязненных в результате радиационных аварий территориях Уральского региона и Брянской области (63, 60, 61, 128), показали, что к факторам, вклад которых в нарушение здоровья населения оказался намного бóльшим, чем возможные последствия ионизирующего излучения, относится в первую очередь, психоэмоциональный стресс, вызванный радиотревожностью и воздействием вторичных стресс-факторов, вызванных изменением привычного уклада жизни, различными ограничениями, обусловленными проведением радиозащитных мероприятий, особенно массовым переселением людей из зон радиоактивного загрязнения на чистые территории и т.п..

Анализ „польза-вред”

МКРЗ (публикации №№ 20, 37, 45) разработала концепцию „**польза-вред**” (или „затраты-выгода”), позволяющую проводить **социально-экономическую оптимизацию радиационной защиты**. Согласно этой концепции, конкретное средство защиты или мероприятие должны применяться только в том случае, если чистая экономическая польза от их использования будет больше нуля ($V > 0$). При этом величина V определяется как:

$$V = V - (P + X + Y),$$

где V – чистая польза, V – максимально возможная полная польза, P – расходы на производство, X – расходы на обеспечение выбранного уровня безопасности, Y – ущерб (все – в денежных единицах). Таким образом, **критерием оптимального защитного мероприятия или производства служит максимум величины V** .

Социальные аспекты этой проблемы проявляются в различном распределении пользы и вреда от того или иного вида деятельности между различными социальными (и профессиональными) группами общества. Иными словами, выгоды от ее осуществления часто концентрируются у одних членов общества, а риск неблагоприятных последствий этой деятельности, распределяются среди других лиц (работников, населения) и даже общества в целом (48).

Применительно к экологическим и медико-социальным аспектам радиационной безопасности необходимо сопоставить объемы возможных

эколого-медицинских ущербов и затрат по видам возможных защитных мероприятий (аварийные и техногенные ущербы здоровью профессионалов и населению, превентивные организационные мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности, закупка технологических систем контроля и средств защиты и др.) с расходами по созданию и эксплуатации технических систем контроля и обеспечению безопасности (79). Функция совокупных затрат ($X+Y$) является суммой стоимости затрат на защитные мероприятия (X) и экономической оценки ущерба здоровью контингентов (Y) в экстремальных (аварийных) условиях. При этом имеет место единственный уровень ($X_{\text{ОПТИМ}}$), при котором затраты минимальны. При малых затратах ($X < X_{\text{ОПТИМ}}$) велика вероятность появления неоправданно высоких ущербов (Y). При больших затратах ($X > X_{\text{ОПТИМ}}$), напротив, значение совокупных затрат ($X+Y$), в основном, определяется величиной затрат на средства защиты (X), которые неоправданно завышены.

Ущерб здоровью вследствие воздействия **социально-психологического фактора** техногенных аварий можно (разумеется, ориентировочно) **оценить по изменению общественно значимых показателей здоровья** (нарушению самочувствия и функции воспроизводства, снижению работоспособности и по сокращению продолжительности жизни) в основном по причине **распространения среди населения так называемых стресс-зависимых заболеваний**, т.е. болезней, в происхождении которых, по современным представлениям, существенное значение имеет психологический стресс. К числу таких заболеваний относятся, в частности, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь желудка и 12-ти перстной кишки, сахарный диабет и некоторые другие эндокринные болезни, целый ряд заболеваний нервно-психической сферы, сексуальные нарушения и другие.

Таким образом, наиболее общим, **конечным показателем ущерба здоровью населения от комплекса радиационных и нерадиационных факторов, воздействующих на людей в экстремальных ситуациях, является сокращение (или потеря человеко-лет) полноценной жизни.**

Такая оценка позволит при решении сложных проблем оптимизации защиты (безопасности) определить соотношение суммы затрат на обеспечение выбранного уровня безопасности с денежным эквивалентом

ущерба здоровью людей (как работников, так и населения, проживающего на прилегающей к предприятию территории). Вместе с тем отсутствие общепринятых подходов к определению денежного эквивалента сокращения человеческой жизни приводит к значительным вариациям этой величины в разных странах и даже в пределах одной страны. Таким образом, возникает непростая задача – определить цену человеческой жизни в результате гибели (или преждевременной) смерти людей.

В 80-х годах П.В.Рамзаевым с сотрудниками (93а) была предпринята попытка оценить число утраченных (недожитых) лет жизни человека на основе учета потери соответствующей (индивидуальной) доли валового внутреннего продукта (ВВП) в виде годового душевого национального дохода. Впоследствии применительно к ущербу для здоровья от воздействия ионизирующего излучения в отечественных НРБ-99 (76) указывалось, что „для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что **облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потере 1 чел.-года жизни населения.** Величина денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни населения устанавливается методическими указаниями федерального органа Госсанэпиднадзора в размере не менее одного годового душевого национального дохода”. Таким образом, при решении практических задач радиационной защиты приведенный подход к оценке ущерба здоровью от облучения позволяет сопоставить достигаемый (или планируемый) эффект с затратами на обеспечение заданного уровня защиты.

Здесь необходимо, однако, указать, что подобный подход является лишь **первым приближением к оценке реальной цены утраты человеческой жизни**, поскольку он не учитывает ущерб от потери близкого человека для родных – супруги (супруга), детей, родителей, друзей и др., а также от возможного ухудшения социально-экономического статуса семьи и ряда других немаловажных факторов. Не определен также ущерб от долговременных последствий крупных аварий и катастроф, произошедших в последние десятилетия.

Если подсчитать, какой вклад вносит каждый человек в ВВП за вычетом заработной платы, а также выплат и льгот из общественных фондов потребления, то применительно к современной России, по оценке (69),

получается: стоимость его жизни колеблется в пределах от 12841 до 397110 долларов. В той же публикации содержится предложение: в качестве базовой оценки человеческой жизни ввести величину, равную 300 тысячам долларов. За последние годы в России сложился определенный „тариф”, по которому государство выплачивает пособия (заметим: пособия, а не компенсации) родственникам погибших от терактов и аварий (подобных разрушению аквапарка „Трасвааль”, авиакатастрофам) по 100 тысяч рублей, а лицам, получившим травмы – по 50 тысяч рублей. Дети погибших в подмосковном аквапарке будут, кроме того, ежемесячно получать 1,5 тысяч рублей до совершеннолетия или окончания ВУЗа.

Сумма компенсаций, выплачиваемых в западных странах, значительно, в десятки раз, превышает суммы пособий, выплачиваемых в России. Так, согласно Монреальской конвенции, принятой в 1999 году, члены семей погибших пассажиров любой авиакомпании имеют право на компенсацию в размере 135 тысяч долларов. В США семьи тех, кто погиб 11 сентября 2001 года, получили от 250 тысяч до 7 миллионов долларов. Необходимо отметить, что крупные суммы компенсации устанавливаются, в первую очередь, чтобы наказать компанию или государственную структуру по чьей вине произошел инцидент с гибелью людей, то есть повысить их ответственность за обеспечение безопасности людей (69).

Таким образом, основными причинами „фонового” риска, составляющего $1 \cdot 10^{-2}$ в год, являются сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. На величину индивидуального риска, помимо этого, наиболее существенное влияние оказывают курение, работа в угольных шахтах и избыточный вес. Обеспечение техногенной безопасности человека должно базироваться на концепции приемлемого риска. За последние десятилетия отмечается непрерывный рост числа и увеличение ущерба вследствие техногенных аварий и катастроф. Следует при этом отметить, что самые тяжелые аварии происходили по сценариям, не предусмотренным проектами строительства объектов, не вероятным с позиций инженерного здравого смысла. Проблема количественной оценки ущерба (в том числе и здоровью) в результате негативного (экстремального) воздействия факторов техногенной природы и обоснования необходимых средств на обеспечение безопасности должна

решаться с позиций анализа „польза-вред”. При этом конечным показателем ущерба здоровью является потеря человеко-лет полноценной жизни и ее денежный эквивалент.

„Неотъемлемой частью культуры безопасности является ... единение коллектива во имя общей цели и совместно выработанного свода основных ценностей – единство и доверие; уважение к технологии; ответственность; командная работа; обоснованные затраты; уважение к человеку; совершенствование.”

(Фил Кларк)

Глава 4. Культура безопасности

Определение безопасности

С момента появления человека на свет его подстерегают различного рода опасности. С давних времен **обеспечение безопасности и сохранение здоровья представляли один из важнейших практических интересов человечества.** В современном обществе вопросы безопасности человека резко обострились и превратились в проблему выживания человека. С другой стороны, не только работники, но и сама современная техника должны быть защищены от неквалифицированного обращения, а также от возможных – по каким-либо причинам – ошибочных действий плохо подготовленного персонала. Существует даже мнение (пока, впрочем, явно преждевременное), что в сегодняшнем машинном мире человек для машины – „ненужное и ненадежное звено” (5).

Академический словарь русского языка трактует термин „безопасность” как положение, при котором кому-, чему-либо не угрожает опасность. По другому определению, безопасность жизнедеятельности – это состояние окружающей среды, при котором с определенной вероятностью исключено причинение вреда существованию человека (123).

Существует и несколько иной подход: „безопасность – свойство объекта сохранять состояние с минимальным риском причинения ущерба от возможных аварийных происшествий, а также его непрерывных энергетических и вредных материальных выбросов” (112). Безопасность

как „свойство” рассматривается и в следующем определении: „безопасность атомной станции – ее свойство при нормальной эксплуатации и в случае аварий ограничивать радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду установленными пределами” (78, 105).

Однако приведенные выше **определения безопасности**, которые характеризуют ее как определенное (безопасное для человека) состояние (либо свойство) окружающей среды либо производственного объекта, не адекватны большинству других определений, в которых основной акцент делается не на состояние среды, а на **степень защищенности человека от вредных воздействий**. Так, во впервые принятом в Российской Федерации законе „О безопасности” (1992) в более широком плане определено, что безопасность – это **состояние защищенности жизненно важных интересов** личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз. Жизненно важные интересы – это совокупность потребностей, удовлетворение которых надежно обеспечивает существование и возможность прогрессивного развития личности, общества и государства.

В государственном стандарте по безопасности в чрезвычайных условиях (29) **промышленная безопасность** определена как **состояние защищенности населения, производственного персонала, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей, возникающих при промышленных авариях и катастрофах в зонах чрезвычайных ситуаций**.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации (п.3 ст.72), **главная роль в предупреждении и смягчении последствий чрезвычайных ситуаций возлагается на государство**. Так, в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов находится осуществление мер по борьбе с катастрофами, стихийными бедствиями, эпидемиями, ликвидация их последствий. Детализация прав и обязанностей органов государственной власти всех уровней и органов местного самоуправления содержится в Федеральных законах „О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” и „О безопасности”. Закон „О защите населения ...” является, в частности,

правовой основой создания и функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (22).

Нормативные и организационные вопросы предупреждения и ликвидации ядерных и радиационных аварий и катастроф изложены в Федеральных законах „Об использовании атомной энергии” (1995) и „О радиационной безопасности населения” (1996). Аналогичные вопросы, касающиеся предупреждения и ликвидации последствий пожаров, рассмотрены в Федеральном законе „О пожарной безопасности”.

Для обеспечения безопасных условий трудовой деятельности необходимо осуществление комплекса мер. Это составляет, согласно Трудовому кодексу РФ (111), основную задачу **охраны труда** – „системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающую в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия”.

Следует различать понятия „охраны труда” и „гигиены труда” (последняя часто называется „медициной труда”). **Гигиена труда** в отличие от охраны труда изучает трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их влияния на здоровье работающих и обоснования гигиенических норм и санитарных правил работы. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда – это направление разрабатывается совместно специалистами обеих дисциплин; при этом объектом охраны труда являются в основном технические и организационно-правовые аспекты безопасности.

В соответствии с Конституцией и Трудовым кодексом РФ, работник имеет право на рабочее место, соответствующее условиям безопасности труда, и обязан соблюдать требования по охране труда и обеспечению безопасности труда. При этом **безопасными считаются условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено, либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.**

В Федеральном законе „О радиационной безопасности населения” и НРБ-99 **радиационная безопасность населения** определяется как

состояние защищенности настоящего и будущего поколений от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения. В Международных нормах МАГАТЭ по безопасности АЭС, документах по стандартизации безопасности АЭС – Nuclear Safety Standards (NUSS) безопасность определена как защита всех лиц от чрезмерной радиологической опасности (78).

Понятие „безопасность АЭС” включает в себя в качестве основных составных элементов техническую, ядерную, радиационную и экологическую безопасность.

Под **технической безопасностью ядерной установки** понимают ее свойства, направленные на предотвращение с помощью технических устройств и систем по предупреждению развития опасных состояний и отказов, грозящих превышением пределов и нарушений условий безопасной эксплуатации станции, а также на повышение возможностей контролировать и поддерживать работоспособность барьеров безопасности (составных элементов системы глубоко эшелонированной защиты). Техническая безопасность должна обеспечиваться высоким качеством всех инженерных работ, определяющих надежность функционирования и безопасную эксплуатацию АЭС.

Ядерная безопасность интерпретируется в этой публикации как свойство предотвращать ядерные аварии, связанные с повреждением оболочек ядерного топлива или переоблучением персонала. Ядерная безопасность достигается путем принятия необходимых мер для исключения тяжелых ядерных аварий, например вследствие разгона реактора на мгновенных нейтронах.

Под **экологической безопасностью** атомной станции понимают ее свойство не оказывать влияние на окружающую среду за счет выбросов или сбросов радиоактивных веществ, тепла, химических элементов, которые могли бы причинить вред населению, проживающему на прилегающей территории, а также флоре и фауне в природных экосистемах (78).

Подразделение понятия „безопасность АЭС” на „техническую”, „ядерную”, „радиационную” и „экологическую” безопасность является

достаточно условным поскольку все эти элементы тесно взаимосвязаны. Так, например, технические отказы в технологическом оборудовании могут при определенных условиях привести к возникновению как радиационной, так экологической и ядерной аварий.

Крупные аварии, возникающие в результате серьезных нарушений ядерной безопасности (например, Чернобыльская катастрофа, радиационные аварии на Южном Урале и другие) создают самую непосредственную угрозу обеспечению всех видов безопасности АЭС. С другой стороны, относительно небольшие нарушения требований технической безопасности (без нарушения целостности оболочек ТВЭлов) могут привести к повышенному внешнему облучению отдельных лиц из персонала, т.е. к радиационной аварии, но при этом не нарушается ни ядерная, ни экологическая безопасность.

Состояние безопасности АЭС до Чернобыля

В бывшем СССР атомная промышленность и на ее базе атомная энергетика появились в сороковых годах прошлого века. С этого времени стал формироваться комплекс мер по обеспечению безопасности на ядерных объектах, которые работали в условиях строгой секретности, жесткой дисциплины, повышенной требовательности и ответственности. Несмотря на режим секретности практиковались производственные совещания, происходили постоянные контакты с научными организациями и родственными атомными объектами, имела место коллегиальность при подготовке решений. В основу работы был положен принцип профессионализма и знания исполнителями нюансов технологий и возможных последствий их нарушений. По современным представлениям, это были элементы культуры безопасности. Тем не менее, особенно на первом этапе, в 40-50-е годы прошлого века, на ядерных объектах России было зарегистрировано несколько серьезных радиационных аварий (в том числе на южно-уральском производственном объединении „Маяк”). Бурное развитие атомной энергетике отмечено в 60-70-х годах прошлого века. До апреля 1986 года были построены 5 АЭС с реакторами типа

РБМК, в том числе 3 АЭС ныне работающие в России. Однако массовость породила и ряд негативных проявлений. Большинство ядерных станций из Министерства среднего машиностроения впоследствии были переданы в Министерство энергетики. В результате на некоторых новых АЭС к руководству и эксплуатации стали привлекаться люди без соответствующего базового образования и без опыта работы на атомных объектах. Была нарушена и система государственного надзора (Госатомнадзора). Внимание к проблеме безопасности при эксплуатации ядерного реактора ослабло, снизились требования к проектной документации, блоки АЭС стали пускаться в эксплуатацию с незавершенным объемом работ (21).

Передача АЭС в ведение Минэнерго и ее республиканских (региональных) органов привела к тому, что отношение к ним со стороны этих руководящих органов практически стало таким же, как и к другим (неатомным) электростанциям. Иными словами, основным приоритетом стало не обеспечение безопасности, а выполнение (и перевыполнение) производственного плана по выработке электроэнергии, который составлялся к тому же без необходимого учета специфики регламента эксплуатации атомных станций.

Так, в начале февраля 1986 года, т.е. за два с половиной месяца до Чернобыльской катастрофы, в „Известиях” была опубликована короткая заметка. В ней сообщалось, что „включившись в социалистическое соревнование, строители и эксплуатационники 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС приняли повышенное соцобязательство: пустить этот энергоблок в промышленную эксплуатацию досрочно”, сэкономив тем самым стране столько-то миллиардов киловатт-часов электроэнергии. Пустили...

Показательным примером отсутствия системы обратной связи по опыту эксплуатации и низкого уровня безопасности ядерно-энергетических установок могут также служить аварии на ядерно-энергетических установках советских атомных подводных лодок, произошедшие в 60-70-х годах прошлого века (4).

Приоритет культуры безопасности

Именно вскоре после Чернобыльской катастрофы, в процессе анализа ее причин МАГАТЭ сформулировало понятие **„культура безопасности”**. Было признано, что отсутствие культуры безопасности явилось одной из основных причин этой катастрофы. По определению Международной консультативной группы по ядерной безопасности (INSAG) при генеральном директоре МАГАТЭ, **„культура безопасности – это такой набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что проблемам безопасности атомных станций как обладающим высшим приоритетом уделяется внимание, определяемое их значимостью”**. Этот доклад INSAG под названием **„Культура безопасности”** был издан в виде отдельного документа МАГАТЭ в 1990 году (132, 133).

В „Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97” определено, что **„культура безопасности – это квалификационная и психологическая подготовленность** всех лиц, при которой обеспечение безопасности АЭС является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к самосознанию, ответственности и к самоконтролю при выполнении всех работ, влияющих на безопасность”. Применительно к персоналу АЭС это: **знания и компетентность; приверженность к безопасности; мотивация посредством действенных методов воздействия; надзор; готовность к восприятию критики; ответственность через понимание прав и обязанностей** (44, 105, 21).

Внедрение концепции культуры безопасности как наивысшего приоритета в основополагающих документах и в повседневной деятельности **не только отечественных атомных предприятий и неатомных отраслей использования источников ионизирующего излучения, но и всего спектра опасных и (или) вредных производственных объектов** позволило бы, на наш взгляд, поднять общий уровень техногенной безопасности персонала и населения на значительно более высокую ступень. На многих атомных станциях этот

процесс успешно идет, что подтверждается результатами инспекций, проводимых экспертами МАГАТЭ непосредственно на объектах.

Вместе с тем в общих законодательных актах, а также в регламентирующих документах культура безопасности не находит еще должного отражения, а если этот термин и употребляется, то носит общий декларативный характер (элементарно „забалтывается”). Этому способствует отсутствие в России национального документа с последовательным изложением теоретических и методологических аспектов культуры безопасности. Не в должной мере реализуется мотивация обеспечения безопасности. По мнению (21), еще не изжит скептицизм отдельных руководителей по отношению к концепции культуры безопасности, что обусловлено их безграмотностью, отсутствием попыток расширить профессиональный кругозор.

Чтобы ответить на вопрос, имеет ли право на самостоятельное существование новое научно-практическое направление – культура безопасности, необходимо выяснить, какие новые методы, методики и конкретные решения проблем безопасности принесло это направление. К сожалению, специалисты по культуре безопасности не могут указать на принципиально новые методические приемы. В таком случае, как справедливо указывается в (35а), следует признать установленные приоритеты и границы в разделении функций между уже существующими дисциплинами. При этом вся проблема культуры безопасности переводится в категорию междисциплинарных. Что касается **традиционных дисциплин, участвующих в решении научных и практических вопросов культуры безопасности (гигиена, физиология, психология, социология труда, эргономика, технические науки и другие)**, то они должны определить свою компетенцию, формы и методы участия в решении проблемы культуры безопасности и соотнести свои возможности со смежными дисциплинами.

Согласно информации Росэнергоатома (56), эффективная культура безопасности в атомной энергетике за последние 15-20 лет основана, в частности, на навыках и отношениях к делу персонала. В рамках реально действующей на АЭС системы культуры безопасности **деятельность лиц,**

влияющих на безопасность атомных станций, должна характеризоваться строго регламентированным подходом, критической позицией и коммуникативностью. Критическая позиция означает постоянный самоконтроль (самопроверку) своей деятельности на соответствие ее поставленным целям и задачам, повышение уровня знаний, эффективное использование собственных сил и умение предвидеть последствия своих действий. Порядок решения и выполнения новых и необычных задач, имеющих большое влияние на безопасность, должен содержаться в письменных руководствах. Для повседневного содействия в реализации этого ответственного вида деятельности на атомных станциях существуют соответствующие службы подготовки персонала и контроля за его деятельностью. Строго регламентированный и взвешенный подход отдельных исполнителей включает: понимание рабочих процедур, точное их исполнение или временное прекращение (когда это возможно) работы, при необходимости обращение за советом и помощью, исполнение работ с особой тщательностью, строгое следование установленной последовательности операций. Коммуникативность включает: получение от других и передачу полезной информации другим, представление руководителям и коллегам не только ожидаемых, но и необычных результатов работы и их документирование, предложение новых инициатив в области безопасности.

Таким образом, **необходимо серьезное методологическое осознание многообразия проблем, фигурирующих под общим названием „культура безопасности”, а – в практическом ключе – построение новой концепции безопасности, в которой нашли бы место как новые, так и традиционные подходы.** Потребуется также разработка социально-психологических аспектов культуры в приложении к той или иной конкретной отрасли, включая понятия норм и ценностей. Следует далее провести анализ теоретического и практического значения полученных эмпирических результатов, накопленного опыта обеспечения безопасности (35а).

На практике, как свидетельствуют сообщения с мест (8 и др.), еще отмечаются ситуации, создающие тяжелый морально-психологический

климат, при котором главным для работника АЭС становится не выполнение требований инструкций и правил, а следование указаниям руководства, даже в том случае, если данные указания могут создать аварийную ситуацию. К числу отмечаемых недостатков также относятся: плохая организация и несоблюдение элементарных гигиенических норм на местах; неэффективность работы контролирующих органов (например, Госатомнадзора) и их экономическая зависимость от АЭС.

Процесс перехода атомных станций, а также других опасных промышленных объектов России на **принципиально новый уровень безопасности, характеризуемый приоритетом культуры безопасности, еще далеко не завершен**. Как отметил генеральный директор концерна „Росэнергоатом” Олег Сараев (16), достигнутый уровень ядерной и радиационной безопасности, показывающий степень приверженности работников отрасли принципам культуры безопасности, не является предельным и достаточным для современного состояния и ближайших перспектив развития атомных технологий. Это касается всех атомно-энергетических компаний, а молодых и развивающихся в особенности. Тем не менее, несомненно, что в последние годы отмечается положительная динамика характеристик безопасности при эксплуатации АЭС России, подтвержденная МАГАТЭ и другими международными организациями. При этом состояние культуры безопасности всех причастных в той или иной мере к соблюдению безопасности лиц или организаций следует оценивать исходя из конкретного анализа этих ее составляющих (56).

В своих проявлениях культура безопасности состоит из двух главных компонентов. Рамки одного из них определяются **политикой организаций и действиями руководителей**, а второй проявляется в **реакции отдельных лиц**, работающих в этих рамках. Успех реализации основных положений культуры безопасности зависит от приверженности к ней и компетентности как руководителей, так и самих работников.

Главной задачей руководства одной из крупных нефтяных компаний является, как указывается в (86), „формирование нового типа **корпоративной культуры**, которая призвана повышать ответственность и

экологическую сознательность каждого работника, изменить его отношение к собственному здоровью”. И далее: „в основе этого подхода три убеждения: все несчастные случаи и происшествия можно предотвратить; для каждого вида оборудования и процесса существует адекватная защита; ключ к успеху – это люди”. Оставим на совести автора смелое утверждение о возможности предотвращения „всех несчастных случаев и происшествий”. Уделяя внимание человеческому фактору, людям, руководство компании все же не пришло к необходимости понимания и внедрения концепции культуры безопасности.

Недавно появилось понятие „**производственно-охранная культура**” (ПОК) рабочих и специалистов. Она предусматривает использование в процессе трудовой деятельности знаний по охране труда и окружающей среды. Основой ПОК является профессиональная культура, непосредственно связанная с культурологией, предметом исследования которой наряду с многочисленными видами культур является техническая культура, техника, технология (65, 3). Как можно видеть из этого определения, безопасность человека, работника, являющаяся, согласно концепции культуры безопасности, основным приоритетом, в понятии ПОК рассматривается как часть профессиональной культуры.

Адекватное понимание значимости культуры безопасности и применение ее в системе корпоративной безопасности показал Фил Кларк, руководитель американской корпорации атомных станций General Public Utilities (124). На основании своего опыта он рассматривает главные элементы культуры безопасности. Для этого, по его убеждению, необходимо наличие **простого по форме и четкого объяснения общих идеалов и задач, с которыми каждый сотрудник мог бы сверять результаты своей индивидуальной деятельности.** Корпоративные цели по безопасности, выработке электроэнергии, качеству и финансовой политике также заложены в основание культуры безопасности компании. Каждому сотруднику необходимо дать представление о безопасных методах работы, указания о том, как действовать в спорных случаях. Руководство должно приветствовать вопросы и замечания сотрудников. Следующим ключевым звеном культуры безопасности, по мнению

Ф.Кларка, является возможность и даже необходимость **независимой оценки состояния безопасности** с выводами и предложениями по качеству работы.

Эшелонированная защита

Необходимость предотвращения (точнее, сведения к минимально возможной величине) аварий на атомных станциях потребовала существенного эволюционного развития (с учетом приобретенного мировым сообществом опыта) требований к проектированию, строительству и эксплуатации АЭС. Разработанные в настоящее время принципы обеспечения безопасности АЭС превосходят соответствующие наработки в других областях техники.

Одним из важнейших достижений в совершенствовании систем безопасности является разработка и практическая реализация **концепции глубоко эшелонированной защиты**, которая также является одним из существенных элементов культуры безопасности. Эта концепция была рекомендована Международной консультативной группой по ядерной безопасности (INSAG) в 1993 году (133). Концепция предусматривает **применение для повышения уровня безопасности нескольких эффективных защитных барьеров и дополнительных защитных мер, которые должны обеспечить целостность этих барьеров, для предотвращения развития нежелательных состояний (инцидентов) в аварию и направления их в контролируемое состояние с минимизацией последствий.**

Применительно к атомным станциям глубоко эшелонированная защита часто понимается „как средство обеспечения безопасности, состоящее из системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ, системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности, мер по прогнозу развития аварийных режимов и оповещению населения о состоянии атомной станции”. При этом барьерами безопасности служат матрица и оболочки топливных элементов, стенки корпусов, трубопроводов и

оборудования первого (радиоактивного) контура, а также другие защитные оболочки и защитное ограждение (78).

Таким образом, **главной целью глубоко эшелонированной защиты является блокирование возможных последствий человеческих ошибок и сочетания отказов оборудования и ошибок оператора.** Глубоко эшелонированная защита, которая в настоящее время является основой обеспечения безопасности АЭС, состоит из двух основных направлений (аспектов):

1. Технические средства, предусмотренные проектом.
2. Такие методы эксплуатации, которые обеспечивают устойчивость процесса управления и его нечувствительность к возможным возмущениям (сбоям, отказам), нарушающим нормальный ход управления эксплуатацией. Устойчивость управления при этом достигается многократным резервированием защитных мер и их перекрытием по диапазону (133, 6).

За последние годы безопасность на многих опасных нерадиационных объектах, в строительстве зданий и сооружений стала обеспечиваться также за счет реализации принципа глубоко эшелонированной защиты, основанного на применении последовательно включающихся в работу и независимо функционирующих барьеров (93). В строительстве это барьеры двух основных типов:

- препятствующие возникновению перегрузок, сбоев и аварийных ситуаций;
- гарантирующие неразрушаемость, а также функционирование (в необходимых случаях после ремонта) основной части объекта.

В более широком смысле эшелонированная защита включает в себя все основные, последовательно включающиеся и независимо функционирующие барьеры: выбор площадки для размещения объекта; установление санитарно-защитных или иных зон вокруг объекта; проектирование на основе, в том числе, и данных о риске и возможных последствиях аварий; защита работающих и окружающей среды в нормальных условиях эксплуатации; обеспечение необходимого уровня отбора персонала и др. При этом на некоторых (например, на радиационно

опасных) объектах применяется **принцип дублирующих друг друга, основанных на разных принципах систем блокировки и сигнализации.** Такое требование вошло, в частности, в разработанные нами с сотрудниками и действовавшие с 1964 года „Санитарные правила устройства и эксплуатации мощных гамма-установок”, а в дальнейшем и в другие регламентирующие документы по радиационной безопасности.

В заключение следует отметить, что адекватное применение концепции глубоко эшелонированной защиты настолько глобально минимизирует вероятность аварий, что, по мнению (ба), она „воспринимается как абсолютная”.

Управление безопасностью

Управление безопасностью и культура безопасности в целом немислимы без **стимулирование работников, которое является одним из важнейших элементов их мотивации.** Создавая теорию мотивации, А.Маслоу определил иерархию потребностей человека, распределив их на первичные и вторичные. К первичным потребностям он отнес физиологические потребности и потребности безопасности, защищенности. **Безопасность человека по своей природе является как биологической, так и, одновременно, социальной категорией.**

Для обеспечения позитивного отношения работника к кругу своих обязанностей и к предложенным ему „правилам игры” необходимо **не только их адекватное понимание, но и осознанное принятие работником нормативных условий его труда и жизни в организации.** Мотив – это не просто идеальное представление, а энергетически насыщенный образ необходимого, потребностно-значимого для человека внешнего предмета.

Мотивация и стимулирование тесно взаимосвязаны. Стимулирование – это процесс воздействия на человека посредством потребностно-значимого для него предмета (объекта, условий, ситуации и т.п.), побуждающий человека к определенным действиям. Предметом стимулирования может быть снижение риска (опасности), а акцентами

стимулирования – сохранение здоровья и деньги (18). О важности постоянного стимулирования как обязательного элемента культуры безопасности, основанного на результатах индивидуальной работы, с целью обеспечения наивысшего уровня ядерной и радиационной безопасности, свидетельствует (124).

Кадровая политика должна сочетать в себе: систему стимулирования (в основном материального) для повышения заинтересованности работников в результатах труда; систему мотивационного управления персоналом путем идеологической деятельности руководства, направленной, в том числе, и на бескорыстный энтузиазм работников (например, на этапах становления предприятия); гармоническое сочетание мотивирующих воздействий и мотивационного управления. Указанная система **оптимальной организации труда** должна включать оздоровление как экологической ситуации, так и минимизацию риска для здоровья работников (18).

Современная **концепция управления в качестве приоритетов выдвигает: сохранение, кооперацию, качество, партнерство, интеграцию.** В центре стратегической концепции управления персоналом находится человек как наивысшая ценность для организации. Поведенческий подход включает рассмотрение конкретной личности, системы отношений между людьми, их компетентности, способностей, мотивации к труду и достижению поставленных целей. Социально-психологические методы управления персоналом основаны на использовании закономерностей социологии и психологии. Эти методы направлены на исследование как группы сотрудников (социологические), так и отдельных личностей (психологические).

Когда мы говорим об **управлении персоналом (работниками) опасных и (или) вредных производственных объектов, то как правило имеем в виду и управление безопасностью как главным условием обеспечения нормальной и безаварийной деятельности предприятия, обеспечения охраны здоровья работников и достижения высокой производительности труда (19).** В настоящее время наряду с терминами „управление персоналом”, „управление безопасностью” нередко

встречается термин „управление рисками”. В связи с этим следует заметить, что управление производственными рисками предпринимается для их возможного снижения, т.е. имеет главной целью обеспечение высокой степени безопасности. Иными словами, управление рисками можно рассматривать как анализ и управление безопасностью. По этой причине применительно к конкретным производствам более предпочтительно, по нашему мнению, применять термины „управление безопасностью”, „управление персоналом” (в первую очередь для обеспечения его безопасности).

Помимо мотивационно-стимулирующих методов управления персоналом (а, следовательно, и управления безопасностью), существуют административно-правовые методы: организационно-распорядительные; дисциплинарная, материальная, административная и уголовная ответственность.

В соответствии с Федеральным законом „О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (82), **декларация промышленной безопасности, разрабатываемая на каждом этапе проектирования предприятия, должна содержать всестороннюю оценку риска аварии и связанных с ней угроз.** На этой основе проводится анализ достаточности мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организаций к эксплуатации опасного (или вредного) производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также мер по локализации и ликвидации последствий возможных аварий. Все технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте, сооружения и техническая документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию объекта подлежат экспертизе органами, имеющими специальную лицензию на данный вид деятельности.

Особое внимание в этом законе уделено вопросам управления безопасностью, включающему комплекс организационных, технических и иных мер, направленных на **защиту от ошибочных действий персонала и самопроизвольных нарушений нормального функционирования**

технических устройств (технологий), т.е. на уменьшение вероятности возникновения аварий и смягчение их последствий. Этот комплекс включает:

- создание системы и критериев отбора персонала по принципу их компетентности, физиологической готовности и психологической устойчивости;
- предотвращение исполнения служебных обязанностей недостаточно квалифицированными лицами, больными, лицами в нетрезвом состоянии, а также имеющими нарушения производственной дисциплины, которые могут привести к аварийным ситуациям;
- создание лицам, несущим оперативное дежурство на объекте, а также их семьям условий для полноценного отдыха;
- исключение возможности несанкционированных изменений в схемах, аппаратуре и алгоритмах, управляющих системами безопасности, а также ошибочных включений органов управления при обслуживании и устранении неисправностей;
- исключение возможности неправильной установки и сочленения разъемных блоков, узлов, деталей, электрических и механических соединений;
- плановую отработку персоналом действий в аварийных ситуациях.

Как можно видеть, в рассматриваемом законе **требования по управлению безопасностью базируются на всестороннем анализе и оценке риска и направлены в первую очередь на минимизацию уровня аварий и возможное смягчение их последствий.**

В связи с этим следует указать, что соответствующие требования по управлению безопасностью содержатся и в законодательно-нормативных документах, действующих на ядерно и радиационно опасных объектах, (Федеральные законы „Об использовании атомной энергии”, „О радиационной безопасности населения”, „Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-2000” и др.).

На морском транспорте действует Международный кодекс по **управлению безопасной эксплуатацией судов** (МКУБ) (70). Цель кодекса состоит в организации безопасной эксплуатации судов,

предотвращении несчастных случаев или гибели людей, а также нанесения вреда окружающей среде, в частности морской среде, и имуществу. Каждая судоходная компания должна разрабатывать и поддерживать систему управления безопасностью (СУБ), включающую:

- политику в области безопасности и защиты окружающей среды;
- инструкции и процедуры для обеспечения безопасной эксплуатации судов и защиты окружающей среды;
- установленный объем полномочий и линии связи между персоналом;
- процедуры передачи сообщений об авариях и случаях несоблюдения положений кодекса;
- процедуры подготовки к действиям в аварийных ситуациях;
- процедуры проведения внутренних аудиторских проверок и процедуры пересмотра управления.

Одним из наиболее эффективных инструментов по снижению рисков аварийности на море, по мнению (115), является создание и внедрение современных систем управления движением и информационного обеспечения судов, что во многом исключает негативное влияние человеческого фактора. **Повышение безопасности мореплавания требует, чтобы все элементы морской индустрии и мореплавания охватывала культура безопасности.**

В капитальной монографии Д. Торрингтона и соавторов (110) кадровое обеспечение, руководство и контроль за качеством исполнения, администрирование и многие другие вопросы рассматриваются как неотъемлемая составная часть проблем **управления человеческими ресурсами** при участии профсоюзов или без них. Серьезное внимание уделено планированию рабочих мест, при котором учитываются организация работ, поведение, культура, а также численность работников и их квалификация.

Нет сомнений в том, что **лица, отбираемые для работы на опасных и вредных производствах, должны удовлетворять повышенным медицинским требованиям не только с точки зрения „общего” состояния здоровья, но и специальным психо-физиологическим критериям.** Последние особенно необходимы для операторов сложных

(потенциально опасных) производственных комплексов и технологического оборудования, поскольку их ошибки могут привести к тяжелым последствиям как для машин, так, что особенно опасно, для многих людей.

С учетом тяжелых последствий Чернобыльской катастрофы **требования к персоналу атомных станций существенно возросли**. В Основных положениях по подбору, подготовке, допуску к работе и контролю в процессе эксплуатации персонала АЭС (43) говорится, что „все работники атомных станций, которые по своим служебным обязанностям имеют доступ к работе с ядерными материалами или оборудованием, системами и устройствами атомных станций, умышленный или неумышленный вывод которых из режима нормальной эксплуатации приводит к радиологическим последствиям, могут быть приняты на работу только после предварительного определения их надежности”. В Федеральном законе „Об использовании атомной энергии” записано: „К работе на ядерной установке, на радиационном источнике, в пункте хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ допускаются лица, получившие допуск к указанной работе ...”

Д-р Юкка Токала, директор Программы МОТ „За безопасный труд” отмечает (109), что все чаще работники, работодатели и правительства показывают пример того, как путем сотрудничества и диалога можно создавать более безопасные для труда и здоровья рабочие места. Современные руководители знают: ученье работников – надежная основа повышения безопасности и производительности труда, роста конкурентноспособности предприятия. Недавние исследования экспертов Всемирного экономического форума и Института управления в Лозанне показали, что **наиболее конкурентноспособные страны являются также наиболее безопасными в сфере труда**. Таким образом, в конечном итоге затраты на обеспечение безопасности труда не только окупаются, но и дают мощный дополнительный импульс повышению производительности труда и конкурентноспособности предприятий.

За последние 15 лет под патронажем МАГАТЭ на большинстве российских и украинских АЭС были проведены партнерские проверки

состояния ядерной и радиационной безопасности с участием экспертов из многих стран (90). МАГАТЭ организовало сотни командировок экспертов в целях совершенствования конструкции и процесса эксплуатации АЭС. Каждая страна, осуществляющая ядерную программу, является получателем услуг МАГАТЭ. Эти услуги включают рассмотрение конструкторской документации, оценки эксплуатационной безопасности и инициативы по использованию современных средств оценки безопасности. Особое внимание при этом уделяется реакторам типа РБМК (таким как на Чернобыльской АЭС) – 15 реакторов такой конструкции в России и 2 в Литве к июню 2004 года еще находились в эксплуатации. Эксперты считают, что благодаря усовершенствованиям, достигнутым посредством усилий МАГАТЭ и соответствующих стран, непосредственные проблемы безопасности, возникшие в результате Чернобыльской катастрофы, успешно решаются. Об этом сообщается в докладе МАГАТЭ от 22 июня 2004 года (41).

Ведущие специалисты из стран ЕС, а также руководство предприятий атомной энергетики провели на АЭС, находящихся на постсоветском пространстве, семинары по вопросам культуры безопасности и обеспечению качества (41, 7 и др.). Помимо этого, руководство российских и украинских атомных энергетических компаний организовало по этим вопросам международные и национальные конференции.

Таким образом, для обеспечения высокого уровня техногенной безопасности, сведения к минимальным значениям вероятности техногенных аварий и масштаба их возможных последствий необходимо повсеместное внедрение концепции культуры безопасности как высшего приоритета в повседневной деятельности и внутренней потребности работников и руководителей предприятий. Это диктует необходимость компетенции, самосознания, самоконтроля, ответственности за принятие решений, внедрения системы эффективного стимулирования и мотивации, тщательного отбора, медицинского и психофизиологического контроля персонала, критического отношения к ошибкам, слаженной командной (корпоративной) работы всего коллектива.

Культура безопасности – это залог не только здоровья и безопасности работников, но и, в конечном итоге, важное условие конкурентноспособности предприятия.

„Изучение психологических оснований культуры безопасности означает одновременное выявление социальных процессов, реализующих влияние всей системы человеческих факторов на безопасность.”

(Г.Е. Журавлев)

Глава 5. Психологические аспекты безопасности

Психология человека, его субъективное восприятие сложной производственной среды, отношение к обслуживаемой технике, к обеспечению собственной и коллективной безопасности, поведение в экстремальных (аварийных) ситуациях, восприятие опасности и способность ее адекватной оценки и принятия правильных решений, – весь этот комплекс психологических проблем чрезвычайно важен для обеспечения высокого уровня культуры безопасности. Именно по этой причине следует хотя бы в общих чертах остановиться на указанных проблемах.

Психологические проблемы техногенной безопасности, связанные с ее культурой, многообразны. Особенно отчетливо они проявляются при возникновении (как результат ошибок операторов) крупных аварий и катастроф. К этим ошибкам часто приводят неадекватная оценка ими риска аварии и другие нарушения их психологического состояния. При возникновении крупных аварий и техногенных катастроф, помимо персонала самого аварийного объекта, от их экологических и социально-психологических последствий страдают, в большей или меньшей степени, обширные контингенты населения. В настоящее время доказано, что именно социально-психологические последствия техногенных катастроф наносят основной ущерб пострадавшему населению.

В связи с этим важно рассмотреть психологические аспекты оценки риска, а также вопросы, связанные как с возможными нарушениями психологического состояния (психологической деятельности) персонала (операторов) предприятия, на котором произошла катастрофа, так и с социально-психологическими последствиями катастрофы для участников ликвидации ее последствий и населения.

Психологические аспекты оценки риска

Психологические аспекты оценки человеком риска сложны и мало изучены. У каждого человека имеется собственная, основанная на индивидуальном жизненном опыте система оценки риска неблагоприятных последствий, которые могут быть связаны с его участием в определенных сферах деятельности. Особенно наглядно это проявляется в тех видах деятельности, в которых он принимает участие на **добровольной основе**. Многие охотно идут на большой риск ради развлечений, полагая, что удовольствие, которое они получают, было бы менее полным без привкуса опасности. Несмотря на прямую связь между курением, раком легкого, сердечно-сосудистыми заболеваниями (об опасности курения написано прямо на этикетках сигарет) многие люди продолжают курить. Большинство из нас считает, что скорость и комфорт полета на пассажирском самолете, по-видимому, стоят риска смерти вследствие аварии, равного примерно одному шансу из миллиона на каждый полет (97).

Однако общественное мнение всегда более враждебно воспринимает **вынужденный риск**. Свобода рисковать собственной жизнью и здоровьем является неотъемлемым элементом личной свободы, а принуждение к такому риску других людей есть покушение на личную свободу. Когда люди чувствуют себя к тому же беспомощными перед лицом грозящей им опасности, не имея возможности ее контролировать либо не располагая средствами защиты, они проявляют еще меньше терпимости. Это особенно относится к опасностям, о которых люди не подозревают (или очень мало информированы), что, естественно, порождает сильное беспокойство,

тревожность, которая, как показали многие авторы (37, 60 и др.), во многих случаях может являться причиной **психологического стресса**.

При оценке **восприятия опасности** (риска) лицами, оказавшимися вовлеченными в критическую, аварийную ситуацию (например, вследствие Чернобыльской катастрофы), необходимо, по возможности, учитывать весь спектр причин их тревожности. Так, по нашим наблюдениям (62, 61, 128) переселение (по сути вынужденное) жителей с радиоактивно загрязненных территорий, осуществленное спустя 3-6 лет после катастрофы на ЧАЭС, привело не к улучшению, а даже к ухудшению их самочувствия, настроения и активности (САН), а также не сопровождалось снижением психологической напряженности, сохранявшейся и в последующие несколько лет. Эти данные в совокупности с результатами специального опроса отчетливо показывают, что не радиационный фактор явился основной причиной психоэмоциональной напряженности вынужденных переселенцев. Основным фактором напряженности явился социально-экономический: тяжелая работа, плохие условия труда, общая нервная обстановка, семейные неприятности, а также сложные проблемы, связанные с обустройством на новом месте жительства.

Влияние психологического состояния человека на безопасность

Результаты трудовой деятельности, безопасность труда в целом и, в особенности, сведение к минимуму числа техногенных аварий и катастроф и их возможных последствий в значительной мере зависят от психофизиологического состояния человека. Под **психологией безопасности труда** понимается **применение психологических знаний для обеспечения безопасной профессиональной деятельности человека**. Психологией безопасности труда рассматриваются психологические процессы, психологические свойства, анализируются различные формы психологических состояний, наблюдаемые в процессе трудовой деятельности (126).

Человеческий фактор в условиях современного производства представляет собой широкий круг психофизиологических и

физиологических свойств, которыми обладают люди и которые, так или иначе, оказывают значительное влияние на качество, эффективность и безопасность труда. Особенностью трудовой деятельности в современных условиях является значительное усложнение управления технологическими процессами и связанная с этим необходимость исполнения человеком новых требований, норм и правил, обязанностей и ожиданий (55). Так, например, для эмоционально неустойчивого оператора АЭС необходимо значительное время для преодоления этого состояния и освоения развернутой программы становления новой деятельности с тем, чтобы сформировать психологические „орудия”, позволяющие ему действовать уверенно, надежно и эффективно в любой ситуации (68). Поэтому для эффективного взаимодействия техники и человека очень важно сохранение и повышение психофизиологической устойчивости (надежности) обслуживающего персонала (126).

Механизмы психической деятельности человека, особенно в условиях ее все большей интенсификации, остаются еще далеко не изученными. Эти механизмы в значительной мере определяются природой „внутреннего Эго” человека. Д.П.Матюшкин (66) предполагает, что простейшим реальным механизмом быстрого принятия решений („да” или „нет”, „а” или „б”) является борьба взаимно тормозящих функциональных модулей, входящих в „главную быстро решающую контролирующую сеть человека”. Такие модули курируют различные векторы активности. Эта сеть, по мнению автора, должна быть широко информирована о „внутренних мотивах”, о внешней ситуации и о „придуманных” поведенческих программах обоих полушарий головного мозга.

Представляют интерес результаты исследования влияния психологических факторов на безопасность труда и, в частности, на уровень травматизма и аварийность, проведенного на одном из крупных предприятий нефтехимической промышленности (80а). На основании данных опроса и индивидуально-функционального анализа работников предприятия подтвердилась гипотеза о **положительной взаимосвязи привлекательности труда (т.е. мотивационного фактора) с другими факторами, влияющими на безопасность труда.** Показано, что

причинами неудовлетворенности состоянием безопасности труда могут быть: нечеткий круг обязанностей, несоответствие работы индивидуальным способностям, невозможность выразить свое мнение в коллективе, высокая степень риска в работе. Перечисленные факторы, находясь во взаимосвязи друг с другом, могут снизить активность, отрицательно повлиять на принятие решений в экстремальной ситуации, что позволило авторам отнести их к группе, „плохо защищенной от опасности”. Напротив, у лиц с высокими показателями привлекательности труда отмечается наибольшая защищенность от опасности неэффективного поведения в экстремальной ситуации.

На основе анализа ситуации, сложившейся в последние годы на некоторых объектах атомной энергетики, выявляется (8), что ссоры на работе могут выливаться в конфликты прямо на рабочих местах. Под влиянием обиды, оскорбления, производственных неудач могут развиваться так называемые аффектные состояния (аффект – взрыв эмоций). В состоянии аффекта у человека может возникнуть психогенное (эмоциональное) снижение объема сознания, сопровождаемое резкими движениями, агрессивными и разрушительными действиями.

Видимо, как следствие постоянной внутренней напряженности среди части работников, по данным (26), распространено бытовое пьянство. Пьянство и алкоголизм представляют, как известно, серьезную проблему для безопасности, поскольку являются причиной значительного числа техногенных аварий. Особо негативное влияние на безопасность может оказать похмельная астения (похмелье), которая не только снижает работоспособность работника, но и ведет к заторможенности, притуплению чувства осторожности. В энергетической области, как указывает автор, далеко не всегда расследуются истинные причины несчастных случаев на производстве, редко привлекаются к участию в расследовании специалисты, работающие в „области человеческого фактора” – психологи, физиологи труда и эргономисты. Страх перед несчастным случаем может привести к психологическому стрессу, т.е. оказывает негативное влияние на процессы саморегуляции, на восприятие, на мышление и на поведение работника.

Под **стрессом** понимают состояние организма, возникшее под воздействием чрезвычайных или патологических раздражителей и приводящее к напряжению неспецифических адаптационных механизмов организма, сопровождающееся перестройкой его защитных сил (101б). Клинический синдром, характерный для стресса, может включать три стадии развития: стадию тревоги, стадию резистентности (устойчивости) и стадию истощения (101а). В последнем случае может развиваться так называемый **дистресс-синдром**, приобретающий роль патогенного фактора.

Эффективность деятельности (работоспособность) человека базируется на уровне психического напряжения, но только до определенного предела (стадии резистентности). Значительное усложнение управления современным производством неизбежно приводит к интенсификации психической деятельности и, следовательно, к повышению уровня психической напряженности (55). Чрезмерные (запредельные) формы психического напряжения вызывают дезинтеграцию психической деятельности различной выраженности и могут проявляться так называемыми непродуктивными формами поведения и другими негативными явлениями (126). Считается, что нормальная нагрузка (эмоциональная стимуляция) оператора не должна превышать 40-60% максимально допустимой (т.е. такой, за пределами которой наступает снижение работоспособности). В таком состоянии нервно-психического утомления человек может совершать импульсивные, недостаточно продуманные поступки и действия, которые, естественно, увеличивают риск возникновения техногенной аварии.

Фактор усталости, в частности экипажей морских судов, оказывает существенное негативное влияние на безопасность и, особенно, на безаварийность мореплавания. На этот важный для обеспечения морской безопасности аспект обращено внимание в резолюции Международной морской организации (50). При этом вполне вероятно, что у части таких „усталых” моряков имеет место так называемый **синдром хронической усталости**. Этот синдром, получивший также широкое распространение среди представителей различных „сухопутных” профессий, может также

явиться одним из серьезных последствий неблагоприятной социально-экологической обстановки, которая вызывает состояние длительного психологического напряжения. Синдром хронической усталости проявляется в длительной усталости, быстрой утомляемости по неизвестной причине, не проходящей даже после отдыха, и снижении более чем на 50% двигательного режима. Этот синдром может также включать мышечный дискомфорт, лихорадку, болезненность лимфоузлов, боли в суставах, снижение памяти и депрессию. Среди объективных показателей у пострадавших наблюдаются прежде всего нарушения иммунного статуса, физическая и мышечная истощаемость. К 1990 году в США было зарегистрировано более 100 тысяч случаев этого заболевания. В России одной из типичных групп населения, среди которых часто выявляется синдром хронической усталости, являются ликвидаторы последствий Чернобыльской катастрофы, а также лица, проживающие на экологически загрязненных территориях (74).

Важным элементом психологических основ культуры безопасности является **ментальность, которая обобщает качественное представление о системе процессов на разных уровнях человеческой психики.** Чем сложнее оборудование, которым управляет человек, тем сильнее проявляется воздействие ментальности на его деятельность. Многие аварии можно объяснить как следствие неадекватной ментальности персонала. Противоречие между социальными (в том числе производственными) нормами и проявлениями индивидуальности можно устранить, если перейти в более широкий контекст, предполагающий взаимодополнительность ментальности личности работника и ограничений, накладываемых производственными нормами и инструкциями, что определяет конечный результат – поведение человека в тех или иных (в том числе и экстремальных) ситуациях (35а). Причиной аварий, произошедших даже с выдающимися летчиками, является так называемый „комплекс непогрешимости”. Этот комплекс, по данным (12), присущ по меньшей мере восьми из каждых десяти летчиков с разным уровнем квалификации.

Практические достижения психологов в решении проблем безопасности энергетического комплекса, по мнению (35а), пока незначительны. Сами психологи не готовы (и теоретически, и практически, и мотивационно) к решению сложных практических проблем безопасности. К тому же руководители энергетического комплекса слишком мало знают о возможностях психологии, не уделяют ей должного внимания и не предоставляют психологам должных полномочий. Другой пример: среди объективных причин недостаточно эффективной работы медицинских учреждений, в том числе санитарно-эпидемиологических станций, особенно на ранней стадии развития Чернобыльской катастрофы, необходимо указать именно на психологическую неподготовленность широких кругов медицинских работников и населения к поведению в экстремальной радиационной ситуации (87).

Поэтому участие психологов в работах по проблемам безопасности является необходимым. Однако как за рубежом, так и, особенно, в нашей стране оно сводилось лишь к решению некоторых ведомственных задач, к тому же поставленных специалистами из других областей.

Таким образом, в условиях современного производства значительно усложняется система управления технологическими процессами. Это, естественно, предъявляет повышенные требования к психофизиологическому состоянию оператора вследствие возрастания уровня психической напряженности. Показано важное влияние психологических факторов на безопасность труда, уровень травматизма и аварийности. Существенное негативное влияние на уровень безопасности имеет фактор усталости в результате длительного нервно-психического напряжения. Многие аварии интерпретируются как следствие неадекватной ментальности персонала.

Социально-психологические последствия крупных аварий и катастроф

Социально-психологические последствия крупных техногенных аварий и катастроф слагаются, во-первых, из самого факта аварии, который служит причиной **повсеместного распространения тревожности** (в случае Чернобыльской катастрофы – **радиотревожности**) **среди различных групп населения**. Во-вторых, за последние 15-20 лет к этому присоединились последствия воздействия **стресс-факторов**, непосредственно не связанных с аварией, а **вызванных серьезными социальными, экономическими и психологическими проблемами** у значительной части населения вследствие глубокого социально-экономического кризиса, затронувшего практически все регионы бывшего СССР. Можно полагать, что эти **вторичные стрессовые воздействия**, **накладываясь на воздействие тревожности, вызванное – прямо или опосредованно – самой аварией, взаимно усиливают друг друга, способствуя, в конечном итоге, тому, что стрессовые расстройства приобретают у многих людей стойкий „соматизированный” характер**. К сожалению, в доступной литературе эти две „стороны одной медали” рассматриваются независимо друг от друга, что, естественно, не позволяет в полной мере оценить психологические аспекты проблемы (60).

Однако до Чернобыльской катастрофы психология мало интересовалась тем, что происходит с человеком при резких и значительных изменениях пространственных, временных и социальных обстоятельств его жизни (53а). Социальная психология значению психологического стресса, вызванного кризисными явлениями, в том числе катастрофами, уделяла явно недостаточное внимание.

Хронический стресс, развившийся в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС, может сопровождаться так называемыми **патохарактерологическими изменениями личности ликвидаторов** (3, 2). Это выражается в нарастании нервно-психического напряжения,

личностной дисгармонии, снижении активности и независимости, сосредоточенности на своих проблемах, субъективных ощущениях, снижении физической и умственной трудоспособности. На фоне этих изменений развивается депрессивно-ипохондрическое состояние с выраженной тревожностью (77), что, в свою очередь, ведет к изменению поведения, появлению враждебности, агрессивности, „**синдрому жертвы**”, поиску виновного.

На фоне хронического стресса, получающего дополнительные импульсы пролонгирования и усиления под воздействием вторичных, преимущественно социальных, стрессоров, создаются условия для развития так называемых **стресс-зависимых психосоматических нарушений и заболеваний**. К ним относятся различные вегетативные нарушения, соматизированные депрессии, психические расстройства (25), болезни системы кровообращения (гипертоническая болезнь, ИБС и другие), эндокринные расстройства, болезни желудочно-кишечного тракта (гастрит, язвенная болезнь желудка и 12-ти перстной кишки) (2а, 39, 54, 117 и др.).

У **населения** трех ныне независимых государств – России, Беларуси и Украины, **проживающего на радиоактивно загрязненных территориях** после катастрофы на ЧАЭС, развивались социально-психологические нарушения, во многом сходные с теми, которые наблюдались у ликвидаторов последствий Чернобыльской аварии. Установлена связь между уровнем тревожности и развитием психологического стресса (85). Однако в дальнейших исследованиях, проведенных как в первые годы после Чернобыльской аварии (37 и др.), так и в отдаленные сроки после Уральских радиационных аварий (63, 128), было показано, что **развитие тревожности среди населения не зависело от реальной радиационной ситуации** и затронуло даже жителей ряда „чистых” территорий. Интересно при этом отметить, что уровень тревожности у жителей радиоактивно загрязненных территорий, которые сделали свой сознательный выбор, отказавшись от предложенного им организованного переселения, оказался значительно меньшим, чем у переселенных лиц и населения загрязненных территорий в целом (61).

Среди различных групп населения наиболее чувствительными к воздействию негативных факторов Чернобыльской катастрофы оказались **беременные женщины и дети**. Установлено, что именно психологическому стрессу принадлежит главная роль в возникновении (увеличении числа и степени выраженности) различных осложнений беременности и родов (94, 35). У многих детей и подростков разных возрастных групп, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях или выехавших с них, обнаруживаются негативные нервно-психические отклонения: повышенная тревожность, конфликтность, отчужденность, неуверенность в себе, подавленность, ослабление памяти, снижение внимания, работоспособности, прагматичность ценностной ориентации на фоне замедления процессов психического развития. Выявлено увеличение заболеваемости детей нервно-психическими и психо-соматическими болезнями, которые могут характеризоваться длительным хроническим течением (77, 14 и др).

Таким образом, психологические аспекты обеспечения безопасности многообразны, весьма важны и в настоящее время не поддаются строгому (количественному) учету. Они включают субъективные оценки персоналом и населением опасности и риска аварий, возможные нарушения психологического состояния работников и влияние этих нарушений на безопасность.

Психологический стресс, развившийся у значительной части ликвидаторов и различных групп населения, явился одной из главных причин негативных медико-социальных последствий Чернобыльской катастрофы. Эти последствия более подробно проанализированы в нашей монографии „Радиация и стресс. Социально-психологические последствия Чернобыльской аварии” (60).

Литература

1. Аклеев А.В., Площанская О.Г. Репродуктивная функция жителей прибрежных сел реки Теча и состояние здоровья потомства. // Междун. конф. „Генетические последствия чрезвычайных радиационных ситуаций”. М., 10-13 июня 2002 г., М., 2002, 9-10.
2. Александровский Ю.А. Психоневрологические расстройства при аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Киев, 1988, 171-176.
- 2а. Александровский Ю.А., Лобастов О.С., Спивак Л.И. и соавт. Психогении в экстремальных условиях. // М., 1991.
3. Анохин А.В. Правовые вопросы формирования профессиональной культуры работника. Специальность 12. 0005 – трудовое право, право социального обеспечения. // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. кандидата юридич. наук. Томск, 2000.
4. Атомная Артика. Проблемы и решения. Плавающие АЭС России. 2004 // www.bellona.no/ru/index.html
5. Аск-доктор. Между Херосимой и Чернобылем. // Экологическая правда. 2005. www.AskDoktor.ru
6. Баутин А.В. К вопросу управления катастрофами в сложных системах с учетом приемлемого риска. // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Матер. 8-й Междун. конф. М., 2000, 231-232.
- 6а. Баутин А.В. Принцип защиты АЭС и стохастическая природа эргатических систем безопасности. // www.html:bautin.htm
7. Безопасность АЭС. Культура безопасности и обеспечение качества на АЭС. Семинар на Ривнинской АЭС. 2003 // www.podrobnosti_ua.htm
8. Безопасность Ленинградской АЭС (ЛАЭС). // Балтийский вестник. 5 мая 1998 г., № 32.
9. Безопасность транспорта. Горизонты промышленной политики. // В кн. „Горизонты транспорта”. М., 2003.
10. Брик В.Н. Система подготовки по промышленной безопасности. // Журн. „Берг-Коллегия”. 2002, № 16.
11. Большов Л.А. Арутюнян Р.В., Линге И.И. Ядерные технологии и проблемы экологии. // Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М., 2001.
12. Бритков В.Б., Сергеев Г.С. Обеспечение безопасности в транспортных системах с учетом социальных аспектов путем оптимизации процессов принятия решений. // Проект N 01 – 03. 0114. www.britkov.htm
13. Булдаков Л.А., Демин В.Н., Косенко М.М. Медицинские последствия радиационных аварий на Южном Урале. // Мед. радиология. 1990, №12, 11.
- 13а. Буров А. Человеческий фактор и безопасность. // Портал АСУ технологических процессов. Киев, 2004. <http://www.officermag.Kiev.ua>
14. Варанелис А.В. Алекситимия как возможный фактор этиологии синдрома вегетативной дистонии у подростков, проживающих в зоне радиоактивного загрязнения. // Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф. III Междун. конф. Минск, 1996, 10.
15. Вайсон А.А., Жаков И.Г., Книжников В.А. и соавт. Проблемы медицинской радиологии. // Мед. радиология. 1990, 21-28.
16. ВАО АЭС и культура безопасности в новых ядерных странах. 2003. // <http://iranatom.ru/news/media/year03/november/wano.htm>

17. Велихов Е. Оказалось, что уроки Чернобыля никому не нужны. // Ежедневная интернет-газета „Самара сегодня”, 6 января 2004 г.
18. Верхоглазенко В. Система мотивации персонала. // Журн. „Консультант директора”. 2002, № 4.
19. Вишняков Я.Л. Управление рисками и безопасностью. // „Менеджмент в России и за рубежом”. 1998, № 3.
20. Влияние человеческого фактора на ядерную и радиационную безопасность. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла. // В кн. В. Кузнецова „Предприятия ядерного топливного цикла”. М., 2002.
21. Волгин Г. Культура безопасности на АЭС. // Вестник ЛАЭС. 2003 г., 4 июля, № 24 (728).
22. Воробьев Ю.Л. (ред.) Катастрофы и человек. // М., 1997, 256 с.
23. Воробьев Ю, Л., Фалеев М.И., Малинецкий Г.Г. и соавт. Кризисы современной России и система научного мониторинга. // М., 2005.
24. Всемирный день охраны труда. За безопасный труд. // Международная организация труда. 28 апреля 2003 года.
25. Гелда А.Н. Различная оценка фактора радиоактивной угрозы большими неврастениями и шизофренией. // Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф .III Междун. конф. Минск, 1996, 23.
26. Главная причина Чернобыльской аварии. // Чернобыль – авария и последствия. www.Chernobil.com.ru
27. Гогин Е.Е., Емельяненко В.М., Бенецкий Б.А., Филатов В.Н. Сочетанные радиационные поражения. // М., 2000, 240 с.
28. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки квалифицированного специалиста. 656500 – Безопасность жизнедеятельности. Квалификация – инженер. // Утв. Зам. Министра образования РФ 05.04.2000 г.
29. Государственный стандарт Российской Федерации. „Безопасность в чрезвычайных условиях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.” ГОСТ Р 22.0.05-94.
30. Государственный стандарт Российской Федерации. „Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.” ГОСТ Р 12.3.047-98.
31. Доклад Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному контролю в Торгово-промышленной палате. Выступление председателя Федеральной службы С.Н. Мокроусова на Всероссийском совещании руководителей предприятий металлургического и нефтегазового комплексов. // М., 26 ноября 2004 г.
32. Доклад экспертов Европейского бюро Всемирной организации здравоохранения. // Копенгаген. 6 мая 1984 г.
33. Дураков Ю.А. Эти разнополярные человеческие факторы. // Inventors. 2005. www.sateclibrary.ru
34. Ермаков С.П. Моделирование процессов воспроизводства здоровья населения. Обзор. // М., 1983, 70 с.
35. Жиленко М.И. Беременность и роды у женщин, проживающих в районах различной степени радиационного загрязнения. // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук., СПб., 1993, 35 с.
- 35а. Журавлев Г.Е. Психологические основы культуры безопасности атомной энергетики и промышленности (системные аспекты). // М., 1996, 11-63.

36. Захаренко М.П., Лопатин С.А., Новожилов Г.Н., Захаров В.И. Гигиеническая диагностика в экстремальных условиях. // СПб., 1995, 222 с.
37. Зыкова И.А. Мониторинг радиотревожности в комплексе гигиенических реабилитационных мер после Чернобыльской аварии. // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук. СПб., 2001.
38. Зыкова И.А., Архангельская Г.В., Звонова И.А. Чернобыль и социум: Оценки риска. // СПб., 2001, 128 с.
39. Иванов В.К., Цыб А.Ф., Иванов С.И. Ликвидаторы Чернобыльской катастрофы: радиационно-эпидемиологический анализ. Медицинские последствия. // М., 1999.
40. Иванов С.И. Гигиенические основы ограничения риска неблагоприятных последствий облучения населения от социально значимых источников ионизирующего излучения. // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук, СПб., 2000.
41. Изменения в будущем развитии ядерной энергетики. // Доклад МАГАТЭ. Вена, 22 июня 2004 года.
42. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля. // М., 1994, 445 с.
43. 2.3.1. Кадровая политика. Человеческий фактор и культура безопасности. // Ленинградская АЭС как зеркало атомной энергетики России. Атомная Россия. <http://www.bellona.no/ru/index.html>
44. Кайгородов П.И. Концептуальные основы интегративного курса „Основы культуры безопасной жизнедеятельности”. // Электронный журн. „Педагогическая наука и образование в России и за рубежом.” Вып. 1. Раздел 11. 2002. <http://rspu.edu.ru/journals/pednauka/1-2002/kaygorodov.htm>
45. Катастрофы и чрезвычайные ситуации. Понятия и основные черты катастроф и чрезвычайных ситуаций. // http://www.erudition.ru/referat/printfref/id.58155_1.html
46. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. // Междунар. ин-т оценки риска здоровью. СПб., 1997.
47. Количественное обоснование единого индекса вреда. Рекомендации МКРЗ. Публикация № 45. // М., 1989, 88 с.
48. Ковалев Е.Е. Концепция риска в проблеме безопасности населения крупных городов. // Управление Мэра Москвы. Доклады пленарных заседаний. www.md.mos.ru/conf/safety/sec_2/kov.htm
49. Конвенция 174. Конвенция о предотвращении крупных промышленных аварий. // Принята 80-й сессией Генеральной конференции МОТ 2 июня 1993 г. Женева, 1993.
50. Концепция, принципы и цели организации в области человеческого фактора. // Резолюция А.850 (20) Международной морской организации. 27 ноября 1997 года.
51. Косарев В.Е., Соснин А.С. Обеспечение безопасности как первичной социальной потребности. // 1-я Всеукраинская науч.-практич. конф. „Недержавна система безпеки підприємництва як складова національної безпеки України”. г. Киев, 9-10 апреля 2003 г. Европейский университет.
52. Костарев А.П. О предупреждении взрывов метана и пыли и снижении взрывоопасности шахт. // Журн. „Уголь”. 2002, № 2.
53. Красных Б.А. Образование и подготовка в области промышленной безопасности. // Журн. „Берг-коллегия”. 2000, № 12.
- 53а. Кризисные события и психологические проблемы человека. Под ред. Пергаменички Л.А. // Минск, 1997.
54. Крюк С.А., Горденя Ф.Ф., Евмененко В.М. Психологическое влияние Чернобыльской катастрофы на клинический патоморфоз сердечно-сосудистых расстройств. // Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф. III Междун. конф. Минск, 1996, 52.

55. Кудрявцева В. Введение в учебную программу технических ВУЗов рыбной промышленности курса эргономики, психологии труда и инженерной психологии. // Мурманск, 2002.
56. Культура безопасности в деятельности персонала атомных станций России. // Екатеринбург ONLINE. Росэнергоатом 01.80.2002. <org@rosatom.ru>
57. 2.3.3. Культура безопасности. Ленинградская АЭС как зеркало атомной энергетики России. // Атомная Россия. <http://www.bellona.no/ru/inolex.html>
58. Куприянова И. Культура безопасности ядерных объектов. Критерии оценки и способы ее повышения. // Журн. „Ядерный контроль”. 2003.
59. Куценко С.А. 3.3. Оценка риска действия токсиканта. // В кн. „Основы токсикологии”. СПб., 2002.
60. Либерман А.Н. Радиация и стресс. Социально-психологические последствия Чернобыльской аварии. // СПб., 2002, 160 с.
61. Либерман А.Н., Кислов М.В., Бронштейн И.Э. и соавт. Оценка переселения как меры защиты населения территорий радиоактивного загрязнения. // Изв. Русского географич. об-ва, 1995, т.127, вып.4, 66-71.
62. Либерман А.Н., Кислов М.В., Бронштейн И.Э., Нуралов В.Н. Применение анализа „польза-вред“ для оценки эффективности переселения в связи с аварией на ЧАЭС. // В сб.: Медицинская география: переходной период. Матер. IX Конф. по мед. географии (август 1995 г.). Под ред. А.А. Келлера. СПб., 1995, 107-108.
63. Либерман А.Н., Стрельникова Н.К., Храмцов Е.В., Базюкина М.А. Здоровье и психоэмоциональное состояние населения Уральского региона, проживающего в районах радиоактивного загрязнения. // Медицинская география: переходной период. Матер. IX Конф. по мед. географии (август 1995г.). Под ред. А.А.Келлера. СПб., 1995, 106-107.
- 63а. Ликвидаторы и национальный регистр. // <http://radrisk.obninsk.com/booklet/likv/part3.htm#g2>
64. Любарская Е. Цена человеческой жизни. // 2004.
URL:<http://vip.lenta.ru/news/2004.02/18/lifeprice>
65. Маренго А.К. Педагогический менеджмент формирования производственно-охранной культуры рабочих и специалистов. // Рос. инж. академия менеджмента и агробизнеса. 2002.
66. Матюшкин Д.П. Проблема природы внутреннего Эго человека. // М., 2003, 54 с.
67. Махутов Н., Проценко В. В XXI век – с новым уровнем техногенной безопасности. // Журн. „Мир и безопасность.” 2001, № 3.
68. Машин В., Машина М.Н., Шмелева Н.А. Психофизиологические исследования эмоциональной лабильности операторов АЭС. // М., 2002.
69. Международная конференция по безопасности ядерных реакторов нового поколения. // Атомн. энергия. 1989, т. 66, вып. 4, 289-292.
70. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов (МКУБ). // М., 2001.
71. Международный симпозиум по тяжелым авариям на АЭС. // Атомн. энергия. 1989, т. 66, вып. 1, 61-62.
72. Медицинские последствия Чернобыльской аварии. Краткий отчет. // Междун. конф.: Медицинские последствия Чернобыльской и других радиологических аварий. Женева, 20-23 ноября 1995.
73. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов МУ РД 03-418-01. // М., Гостехнадзор России, 2001.
74. Мороз И.Н., Подколзин А.А. Новое в диагностике и лечении синдрома хронической усталости. // medi. ru. Профилактика старения. 1998, вып. 1.

75. Никифоров В.М. Клинические проявления воздействия факторов крупномасштабной радиационной катастрофы. // Дисс. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук. СПб., 1994. 448 с.
76. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. // М., Миздрав России. 1999, 115 с.
77. Нягу А.И., Саламатов В.А., Володина И.А. и соавт. Психологическое состояние населения, подвергшегося воздействию последствий аварии на ЧАЭС. // Тез. респ. конф. „Научно-практич. аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС.“ Минск, 1991, 175-177.
78. Обеспечение безопасности в атомной промышленности. // Атомная энергия и ее безопасность. www.machaon.ru/pics/atom/nach.map? 3,44
79. Об основных положениях методологии оценки риска. // Окружающая среда. Риск. Здоровье. 2002-2004. revich@mail.ecfor.rssi.ru
80. 11.1. Общее значение человеческого фактора в системе обеспечения безопасности ЯО. // Аналитический центр по проблемам нераспространения. 2001-2005.
- 80а. Онгемах И.В., Филатов В.С., Павлов П.М. Исследование психологических факторов травматизма и аварийности на ПО „Киришинефтеоргсинтез“. // Науч.-техн. журн. „Промышленная безопасность труда“ <http://www.alf-center.com/pbt/magazine2/41.shtml>
81. Опасности, которые люди выбирают сознательно. // ИА „Альянс Медиа“. 15.10.2004. http://www.businessstest.ru/Neus_AMS_how.asp?ID=2812
82. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. Федеральный закон от 21.07.97, № 116-ФЗ. //М., 1998.
83. Оценка ущерба здоровью от воздействия ионизирующего излучения. Пособие для врачей. Авторы Либерман А.Н., Бронштейн И.Э, Базюкин А.Б. и соавт. // Утв. Минздравом России. СПб., 1999.
84. Петросов Э.Г., Анохин А.Н. Анализ надежности работы операторов Билибинской АЭС при ликвидации аварийных ситуаций. // 1998 (Интернет).
85. Плыплина Д.В. Особенности отношения к действительности и психологический дистресс у популяции, вовлеченной в аварию на ЧАЭС. // Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф. III Междун. конф. Минск, 1996, 80.
86. Полтавец Н. Динамика природы, динамика жизни. // Оренбургнефть. 19.05.2004. www.orenburgneft.ru/clipping_title.asp?id=2886a.inmenu=1478a.idc=0
87. Поплавский К.К., Карлин Н.Е., Кацнельсон Г.М. и соавт. Основные итоги работы санитарно-эпидемиологических станций по ликвидации радиационной аварии на Чернобыльской АЭС. // Радиационная гигиена. Сб. научн. трудов. СПб., 1992, 111-116.
88. Потери трудового фронта. // „Коммерсант“. 27.01.2004 г.
89. Программа к учебным занятиям по гражданской обороне. // Нижний Новгород, 2006. www.nntu.sci-nnov.ru
90. Программа развития культуры безопасности на Игналинской АЭС. // Инфобюллетень Инфолист № 3 (94), апрель 2003 г.
91. Радиация. Дозы, эффекты, риск. // М., 1988, 80 с.
92. Райзер В.Д. Наука, материалы и технологии в строительстве России XXI века. Раздел V. // Российская архитектурно-строительная энциклопедия. М., 1998, 7-50.
93. Райзер В.Д. Общие принципы обеспечения надежности и безопасности уникальных объектов в экстремальных условиях. (Рукопись.) // М., 1996, 17 с.
- 93а. Рамзаев П.В., Машнева Н.И., Сукальская С.Я. Количественная оценка величины здоровья. // Радиационная гигиена. Сб. научн. тр. ЛНИИРГ. Л., 1980, 38-40.

94. Рандаренко И.Г. Влияние малых доз ионизирующего излучения на течение беременности, роды и состояние новорожденных. // Дисс. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук. Л., 1990, 118 с.
95. Рачков В.П., Новичкова Г.А., Федина Е.Н. Человек в современном технизированном обществе: проблемы безопасности и развития. // Сб. статей. Отв. ред. П.С. Гуревич. 2002.
96. Риск для населения от различных источников опасности. // М., 2002.
97. 8. Риск и радиация. Риск и приемлемый риск. // Радиация и здоровье. 2004. КРИЦ Минатома России.
98. Роик В. Профессиональный риск: проблемы анализа и управления. Социальная политика. // Журн. „Человек и труд”. 2003, №3.
<http://www.chelt.ru/2003/3-03/roik-3-3-.html>
99. Романов В.С. Механизм управления рисками предприятия в современных условиях хозяйствования. // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. экономич. наук. Специальность 08.00.05. Ульяновск, 2002.
100. Российский сайт ядерного нераспространения. Человеческие факторы в возникновении техногенных катастроф. // По матер. междунар. симпозиума „Человек и катастрофы”. М., 1-2 июня 1999 г.
<http://www.nuclearno.ru>
101. Сараев О. Надежности человеческого фактора в атомной энергетике уделяется приоритетное внимание. // Газета „Энергетика и промышленность России”. 31.01.2003.
- 101а. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. // Пер. с англ., М., 1960.
- 101б. Селье Г. Стресс без дистресса. // Пер. с англ., М., 1982, 123 с.
102. Семь уровней по шкале МАГАТЭ. Международная шкала событий на АЭС для оценки уровня безопасности. МАГАТЭ. Вена, 1990. // Журн. „Атомная энергия”. 1992, вып. 14 (24).
103. Симакова В. Жорес Алферов: микроэлектроника уничтожила рабочий класс. // „Субботний собеседник”, 24 сентября 2003, № 205 (3010).
104. Синяков А. Катастрофы лучше предсказывать, чем расследовать. Предвидение как результат научного метода. // Журн. „Взор”, 1999, №1.
105. Смоленская АЭС. // Информация. www.termin.htm
106. 5. Социальное развитие трудовых коллективов. // Экономика и социология труда. 2003.
107. 1. Социальные, политические, правовые аспекты чрезвычайных ситуаций. // Социология риска. Гл. XIII.
108. Сухов А.Н. Социальная психология безопасности. // М., 2002.
109. Такала Юкка. Культура охраны труда может спасти жизни людей. // Междунар. организация труда. Женева, 2003.
110. Торрингтон Д., Холл Л., Тейлор С. Управление человеческими ресурсами. 5-ое издание. //М., Пер. с англ. 752 с.
111. Трудовой кодекс Российской Федерации. // М.-СПб., 2005, 223 с.
112. Управление риском: миф или реальность. // „Информационное сообщение о результатах работы научного семинара Промышленная безопасность.” М., 19 ноября 2003 года.
113. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Афанасьев Р.В. Психологические аспекты ядерно-радиационной безопасности. // Медико-биологич. проблемы противолучевой и противохимической защиты. СПб., 2004, 35-36.
114. Федосеев В.Н., Капустин С.Н. Методы управления персоналом. Прогноз финансовых рисков. // М., 2002.
115. Франк С. Доклад на 23 сессии Ассамблеи Международной морской организации 24 ноября 2003 года. // E-Mail info@morflot.ru

116. Цена человеческой жизни. // <http://forum.metal-forever.com/lofiversion/index.php/t969.html>
117. Цыб А.Ф., Иванов В.К., Айрапетов С.И. Радиация и риск. // 1992, Вып.2, 69-109.
118. Человеческий фактор и безопасность. // Евразия. Вести. VI. 2003. Охрана труда.
119. Шаталов А.А. Основные направления повышения противоаварийной устойчивости производств и совершенствования управления промышленной безопасностью. // Журн. „Берг-Коллегия”, 2002, № 1.
120. Шпете Г. 3.4. Назначение требуемого уровня безопасности. // Надежность несущих строительных конструкций. Пер. с немецкого. М., 1994, 287 с.
121. Шубик В.М. Радиация: польза-вред. // СПб., 2004, 147 с.
122. Эбель Р. Настоящая опасность – ошибка человека. // La Stampa. 6 января 2005 года.
123. Экстремальная ситуация за границей. Личная безопасность в современной жизни. // Форум SOS Russia. 12 декабря 2004 г.
<http://forum.sosrussia.com/?tid=699>
124. Энергия атома. Энергия. Культура безопасности. Авт. Ф. Кларк. // ВАО АЭС, № 6, февраль 2000 г.
125. Эргономика. // Словарь терминов. 2003-2005. mail.ru. 3882. 1230555.711
126. Эргономические основы БЖД. Лекция № 3. // Lektüre 03. htm
127. Himmelson Leo. Elastic mathematics. // Munich, 2005, 500 p.
128. Liberman A.N., Strelnikova N.K., Nuralov V.N. et al. Socio-psychological consequences of radiation accidents. // One Decade after Chernobyl. Poster presentation. Vienna. 1996.
129. Recommendations of the International commission on radiological protection. ICRP. Publication 60. // Pergamon Press. Oxford etc. 1991, 201 p.
130. Report of the United Nation Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. // Мед. радиология. и радиац. безопасность. 2001, т. 46, № 1, 28-47.
131. Ramzaev P.V., Tarasov S.I., Troitskaja M.N, Ermolaeva A.P. Progress in basic principles of limitation in radiation protection. // Heweil des communications. Proceeding IV Congr. Intern., Paris 24-30 April 1977, v. 1, 23-25.
132. Safety Cultur. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG). // Vienna, 1990.
133. The Safety of nuclear power. INSAG-5. Vienna, 1992. // Информационный бюллетень № 1 Госатомнадзора России. М., 1993.
134. W.J. Schnull, M. Otake, J.V. Neel. Hiroshime and Nagasaki: a reassessment of the mutagenic effect of exposure to ionising radiation. // Population and biological aspects of human mutation. Ed. E.B. Mook, I.M. Porter. New York-London, 1981, 277-303.
135. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1993 // Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.94.IX.2. N.Y., 1993.