НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ЗАО НТЦ ПБ)

На правах рукописи

Гражданкин Александр Иванович

АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ И ОЦЕНКА РИСКА КРУПНЫХ АВАРИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Специальность 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль)»

Диссертация на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
доктор технических наук
проф. А.С. Печеркин

Москва - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

Выбор объекта, определение предмета, постановка цели и задач исследования 13

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВАРИЙНЫХ ОПАСНОСТЕЙ В РЕТРОСПЕКТИВЕ УГРОЗ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ 20

1.1 Обзор современных данных о бедствиях и катастрофах 20
1.2 Техногенные катастрофы в постиндустриальном переходе 25
1.3 Введение в понятие о крупной промышленной аварии 29
1.4 Возникновение, постановка и современное состояние проблемы предупреждения крупных промышленных аварий 37
1.5 Краткая ретроспектива углеводородных промышленных катастроф 43
1.6 Особенности зарубежного опыта расследования современных крупных промышленных аварий (на примере нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности США) 62
1.7 Основные выводы к главе 1 73

ГЛАВА 2 ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ И ПОСТИНДУСТРИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ В РЕФОРМИРОВАННЫХ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ ДОБЫВАЮЩЕЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 76

2.1 Модернизация и постиндустриализм в проблеме анализа и предупреждения крупных промышленных аварий 76
2.1.1 Промышленные опасности и обеспечение промышленной безопасности в индустриализме и при модернизации 77
2.1.2 Постпромышленные опасности и обеспечение безопасности в постиндустриальном переходе 91
2.2 Деиндустриализация – новый источник опасностей производственного травматизма и угроз крупных промышленных аварий 104
2.3 Промышленные аварии при реструктуризации и реформировании добывающей и топливной промышленности 114
2.4 Опасности промышленных аварий модернизационных программ импортозамещения в нефтегазодобывающей промышленности 130
2.5 Состояние, тенденции и фоновые показатели опасности аварий на российских магистральных трубопроводах (нефте- и нефтепродуктопроводы, газопроводы) 139
2.6 Аварийные опасности новой технологической модернизации российской нефтегазопереработки 151
2.7 Основные выводы к главе 2 165

ГЛАВА 3 РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ ОПАСНОСТЕЙ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ 168

3.1 Контент-анализ употребление терминов "безопасность", "опасность" и "риск" в российском законодательстве в сфере обеспечения безопасности 171
3.2 Разработка методических рекомендаций по обоснованию промышленной безопасности 180
3.3 Условия безопасной эксплуатации при отступлении от требований промышленной безопасности 186
3.4 Установление допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности 202
3.4.1 Основные рекомендации по установлению допустимого риска аварии 221
3.4.2 Рекомендуемый порядок установления допустимого риска аварии 224

3.4.3 Типовые примеры установления допустимого риска аварий ... 233
3.5 Модернизация методических основ анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий ... 238
3.6 Основные выводы к главе 3 ... 258

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ УГРОЗ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ 261

4.1 Сфера промышленной безопасности в системе национальной безопасности постиндустриальной России ... 261
4.2 Методические предпосылки дистанционного надзора за высокоопасными производственными объектами нефтегазовой промышленности ... 268
4.3 Постиндустриальные комплексы исследований промышленных опасностей в европейских и российских технологических платформах ... 271
4.4 Разработка методических подходов для классификации аварийных происшествий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса ... 274
4.5 Разработка классификатора уровней аварийных опасностей на производственных объектах нефтегазового комплекса ... 287
4.6 Состав и структура информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий ... 298
4.7 Концепция системного риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий ... 303
4.7.1 Целесообразность и возможность создания информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА (КСР-О) ... 305
4.7.2 Основные принципы, задачи, структура и порядок функционирования КСР-О . 308
4.7.3 Этапы создания и развития КСР-О ... 314
4.8 Основные выводы к главе 4 ... 316

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ... 319

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ... 332

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ... 334

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ... 348

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ, В КОТОРЫХ ОТРАЖЕНЫ ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ... 362

Введение

Актуальность и степень разработанности темы исследования. Есть насущная необходимость актуального исследования пореформенных изменений техногенных опасностей промышленных аварий и действующей системы обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов (далее – ОПО) для антикризисного предупреждения угроз крупных промышленных аварий (далее – КПА) на российских высокорисковых ОПО нефтегазовой промышленности.

Актуальная проблема для безопасного развития нефтегазового дела России – обеспечение приемлемого уровня промышленной безопасности как при эксплуатации и обслуживании действующих ОПО, так и в ходе реализации новых импортозамещающих проектов технологической модернизации нефтегазовой промышленности, сопряженных с возможностью крупных аварий. Высокорисковые ОПО топливно-энергетического комплекса (далее – ТЭК) и смежных отраслей – в первую очередь нефтегазовой, угольной и химической промышленности – основные источники угроз крупных промышленных аварий. Их трагическая история свидетельствует о фундаментальном влиянии тяжелых последствий КПА на существенные изменения вектора технологического развития (и даже приостановления деятельности) для ключевых топливно-энергетических отраслей развитых индустриальных стран. Современное состояние и будущее развитие российской промышленности, ее топливно-энергетической базы и нефтегазового комплекса (далее – НГК), требует не только обновления основных фондов и переподготовки кадров, но и проведения новой технологической модернизации добывающей и топливной промышленности. Безопасность модернизируемых технологических процессов должна стать отличительным свойством новой российской промышленности. Необходима не только эффективная, но и безаварийная технологическая модернизация, включающая сопроводительное научно-техническое обеспечение промышленной безопасности при обслуживании, техническом перевооружении, реконструкции и

новом строительстве высокорисковых ОПО в крупных инвестиционных и импортозамещающих проектах российского НГК.

В постсоветских технических культурах освоенные индустриальные[1] и творчески доработанные традиционные[2] подходы обеспечения промышленной безопасности на рубеже XX-XXI вв. не в полной мере стали соответствовать современным[2] и постиндустриальным[1] трансформациям отечественной промышленности. Со стартом реформ 1990-х гг. структурно и резко изменяется российская индустрия и ее промышленные опасности (и структура, и масштаб), перестраивается национальная система обеспечения промышленной безопасности, а на ОПО ТЭК происходят уникальные тяжелые аварии (самые смертельные – в угледобыче), вскрывающие кризисные упущения в предупреждении как известных, так и новых промышленных опасностей. Детерминистские познавательные средства индустриализма становятся все более неадекватными кризисным постиндустриальным условиям, что проявилось в росте угроз КПА, предупредить которые только традиционно-индустриальными подходами не удается (типовые поставарийные требования безопасности не защищают ОПО от уникальных угроз КПА). Консервативная противоаварийная защищенность не справляется с натиском опасностей слабоизученных новшеств волн российских модернизаций.

Кризисный симптом сбоя систем безопасности российской техносферы – уникальные крупные промышленные аварии 1990-2010-х гг. в углепроме, энергетике, нефтегазовой промышленности. Характерный сигнал пореформенного отклика сложной социо-технической системы на кардинальное изменение цели производственной деятельности – авария на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г. Эта авария достаточно хорошо изучена и ее главные

---

[1] В контексте исследования понятия «индустриализм» и «постиндустриализм» рассмотрены в Главе 2. Эпоха раннего индустриализма начинается в Новое время на Западе после промышленных революций. Классический индустриализм вступает в кризис в Новейшее время, когда возникают необычные постиндустриальные структуры и эффекты, в том числе КПА. Промышленные аварии сопровождали всю индустриальную историю Нового (~ 1700 - 1917 гг.) и Новейшего времени (~ 1918 - 1991 гг.), а уникальные КПА стали предвестниками нарождавшегося постиндустриализма (~ с 1991 г.). Индустриальные (в массе действующие сейчас) правила безопасности – традиционный защитный ответ на аварийные угрозы, проявившиеся в эпоху индустриального развития.

[2] Здесь и далее термины «традиционный» и «современный» использованы как дословные преводы устоявшихся западных понятий "tradition" и "modernity". «Традиционный» – это не отсталый и не предыдущий, а отличный от «модернити», т.е. – современность в высокоразвитых незападных культурах.

методические уроки применимы и для нефтегазовых опасных производств. Агрегаты станции проектировались в долгосрочном предположении, что их режим работы и обслуживания будут происходить в рамках единой энергосистемы. Расчлененная ЕЭС с сопротивлением трансформируется в конгломерат конкурирующих подсистем, для которых нужны элементы и связи с принципиально иными свойствами. Старые элементы и связи от ЕЭС СССР не смогли полностью адаптироваться для обслуживания новой внешней системы свободного рынка электроэнергии. Произошла тяжелая авария, после которой непроектная нагрузка на оставшиеся элементы и связи подсистем от ЕЭС еще более усилилась. Необходимо последовательно изучать «получившуюся» систему и «притирать» ее старые элементы и связи к возникшим условиям. Ни старые ГОСТы, ни заимствованные евронормы, ни их смесь в техрегламентах – здесь не помогут, все они существенно искажают картину актуальных угроз и опасностей (одни из них «отстали», другие – «впереди»).

Декларируемые цели реформ могут не достигаться и даже приводить к неожиданным результатам, особенно с тяжелыми последствиями вследствие игнорирования фундаментальных ограничений для обеспечения безопасности в промышленности при конъюнктурном расширении экономических свобод, – это основная причина пореформенного кризиса безопасности в промышленности нашей страны. Для смягчения и выхода из кризиса технической культуры безопасности (смена индустриальных норм безопасности на постиндустриальные с аномальным сдвигом от предупреждения к ликвидации) необходимы дополнительные и специальные «антикризисные инструменты», одних традиционных мер безопасности времен классического индустриализма уже недостаточно.

В массовых представлениях о причинах кризиса технической культуры безопасности все еще господствует формационный подход в его истматовской, либеральной или неолиберальной версиях. В иерархии ценностей «безопасность» соподчиняется «собственности», «эффективности». В этой схеме долгосрочные последствия российских реформ 1990-х гг. представляют конфликтом

производительных сил и производственных отношений: смена формы собственности на средства производства и средства распространения массовой информации установила и обостряет противоречия между производственными интересами новейших собственников ОПО и потребностями рискующих в защите их жизни и здоровья, окружающей среды, а также имущества третьих лиц от аварий на ОПО. Если интересы собственников ориентированы на прибыль, то требования безопасности прагматично относятся к административно (-командным) барьерам. Проблемное несоответствие между желаемым и действительным усугубляется возрастанием угроз техногенного, природного и антропогенного характера, обусловленным неравномерным развитием (или деградацией) производительных сил. Особенно это актуально для современной российской промышленности, реформированной в анклав-периферийную и экспорториентированную производственную систему с доминированием добывающих отраслей над обрабатывающими, и неадекватным обслуживанием ее материально-технической, кадровой и научно-исследовательской базы. Свой значимый вклад в сферу обеспечения безопасного труда в промышленности вносят и изменения в формирование средствами массовой информации (СМИ) общественного мнения по данному вопросу. По доминирующим экономоцентричным канонам необходимо лишь наладить честную конкуренцию за безопасный труд и не препятствовать свободному развитию производительных сил. А что делать, если производительные силы в перманентных реформах чахнут, и как влияют КПА на желаемое устойчивое развитие, – на подобные важные для пореформенной России вопросы в формационном подходе с его фильтром прогрессизма методически разработанных ответов нет (не ставятся). Обычно рекомендуется предоставить прогрессу магистральную свободу, отметая все попутные неприятные события как временные и несущественные, в т.ч. и относительно редкие КПА, которые в пределе могут пресекать перспективные направления развития отдельных отраслей. Для современной индустриальной России это прямая угроза реализации опасности внепромышленного статуса, поэтому, сегодня как никогда, актуальны

проблемы упреждения КПА в обеспечении промышленной безопасности, особенно в зарождающейся контрреформе деиндустриализации (импортозамещение в НГК) и техническому регулированию (снижение стихийного саморегулирования рынка товаров в обеспечении безопасности на ОПО НГК).

Организационные и технические основы безопасной разработки полезных ископаемых, которыми щедро одарена наша земля, заложены и опробованы нашими соотечественниками еще более трех веков назад в петровской России. Последовавшее первоначально экстенсивное расширение добычи поставило и первые проблемные вопросы по обеспечению безопасного труда, сначала в горном деле, а затем - в фабричном и промышленном производстве. На повестку дня вопросы промышленной безопасности остро вставали в периоды советской индустриализации, послевоенного восстановления и промышленного роста в «застойный период». Накопленный десятилетиями ценный опыт обеспечения безопасного труда сегодня не имеет современного объяснительного языка, должным образом не актуализировался, снисходительно утрачивается как «отсталый». Когда труд превращается в товар, ценность безопасности для трудящихся замещается свободной ценой «человеческой жизни» и «индивидуальным риском» – и чаще не для работающего, а для прагматичного инвестора. Во многом благодаря накопленной инерции постсоветской технической культуры и силам отдельных энтузиастов многое из отечественного противоаварийного опыта осталось в современном российском законодательстве и непосредственно используется для обеспечения пожарной и промышленной безопасности на российских ОПО. Однако этот опыт в виде комплекса действующих организационно-технических мер и правил безопасности подвергается деструктивной критике влиятельных подрядчиков обеспечения энергетической безопасности платежеспособных потребителей-партнеров, и испытывает мощное и разрушительное давление имитационной «лучшей мировой практики» в перманентной реформе технического регулирования с ее конъюнктурной «модой на риск». Положение патовое: декларируются только

приятные результаты проводимых реформ, а неприятные умалчиваются или не связывают с ними («реформы не идут»), горький опыт реформаторов допускается осыпать проклятиями, но трагические уроки КПА («кровь аварий») слишком медленно трансформируются в новые знания безопасности отечественных промышленных систем. Взращенный в реформы фетиш предпринимательской свободы затоптал ответственность за безопасный труд, а безоглядный прогрессизм – историческую память о прошлых авариях. Это нанесло тяжелую травму технической культуре производства, негативно сказалось и на обеспечении его промышленной безопасности. Консервативные требования промышленной безопасности – одни из немногих оставшихся преград на пути роста хаотизации и угроз безответственного прогрессизма.

Нестабильная макроэкономическая ситуация при умелых действиях государства и хозяйствующих субъектов может быть сдвинута в область развития и роста внутреннего промышленного производства. Как и в прошлом, это неминуемо обнажит проблемные вопросы обеспечения промышленной безопасности и потребует адекватных организационных и технических мер, но уже на качественно ином уровне. Отличные от обычных (традиционных, индустриальных) мер безопасности потребуются и для неблагоприятных промышленных сценариев. В любом случае, если знаменем угасающих реформ была цена свободы, то основой зарождающейся контрреформы станет ценность безопасности. Такой концептуальный переход требует разработки нетривиального научно-методического антикризисного инструментария, в рабочем порядке он назван предварительно риск-ориентированным подходом. Наметившийся сдвиг от частно-экономической цены свободы предпринимателя к технико-социальной ценности безопасности промышленных систем требует концептуально новой разработки научно-методического антикризисного обеспечения промышленной безопасности для наиболее энергоемких и аварийноопасных по угрозам КПА опасных производств НГК России.

В периоды становления, развития и модернизации промышленного производства, аварийность и травматизм сигнализируют о наличии устранимых

технологических неполадок, а КПА отражают зарождение и вызревание кризисов индустриализма, постиндустриального перехода и сложностей технологических модернизаций. КПА – не только маркеры индустриальных кризисов, но и важный источник накопления антикризисных знаний. Любая КПА оставляет «снимок» зародыша будущего типа кризиса жизнеустройства индустриальной страны (ее технологического, социального, экономического и др. укладов).

Поиски новых путей предупреждения крупных аварий активно велись зарубежными исследователями после тяжелых катастроф в Фликсборо (1974), Севезо (1976), Мехико и Бхопале (1984), Северном море (1988), результатом которых стали евродерективы Севезо I и II (1982, 1996 [1,2]), Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий (ООН-1992 [3]) и предотвращении крупных промышленных аварий (МОТ-1993 [4]), практические руководства ООН, МОТ, ОЭСР [5-9 и мн. др.], которые послужили катализатором разработки и широкого внедрения наряду с детерминистскими и вероятностных методов анализа опасностей и оценки обеспечения безопасной эксплуатации ОПО: Т.А. Клетц (1978-2010 [10-17]), Ф.Р. Фармер (1977-1980 [18-20]), Ф.П. Лис (1980, 1982 [21,22]), Р. Кини (1980 [23-25]), П. Лагадек (1981, 1982, 1985 [26-28]), Э. Дж. Хенли и Х. Кумамото (1984 [29]), В. Маршалл (1977, 1989 [30, 31]), Х. Инхабер (1978 [32]), Рейнсланд (1979 [33]), К. Амудру (1980 [34]), М. Бертин (1980 [35,36]), Х.Д. Данстер (1980 [37]), Л.Д. Хамильтон (1980 [38]), С.К. Блэк (1980 [39]), О. Ренн (1985 [40]) и мн. др.

Советские техногенные катастрофы в Чернобыле (1986), Уфе (1989), Ионаве (1989) трагически ускорили методологический переход от традиционной техники безопасности к системному обеспечению промышленной безопасности (В.И. Сидоров и Е.В. Кловач – 1994 [41,42]). По этой проблематике известны базисные работы общепризнанных советских ученых по методологии (В.А. Легасов – 1984-1988 [43-46]), психологии (М.А. Котик – 1981-1993 [47,48]) и практике (М.В. Бесчастнов - 1979, 1991 [49,50]) обеспечения безопасного труда в промышленности. Важный вклад в научно-техническое обеспечение безопасности промышленного производства внесли труды видных советских

исследователей: О.А. Ривош (1927 [51]), В.Л. Биленко (1926-1936 [52,53]), А.А. Скочинский (1933-1954 [54-56]) П.И. Синев (1938 [57,58]), М.Г. Годжелло (1952 [59]), Ф.Н. Загорский (1955 [60]), А.Ф. Власов (1961 [61,62]), А.И. Розловский (1972 [63]), Е.Я. Юдин (1974 [64]), С.И. и И.С. Таубкины (1976 [65]), Н.П. Яблоков (1980 [66]), И.А. Рябинин (1981 [67,68]), П.С. Савельев (1983 [69]), В.Л. Бард и А.В. Кузин (1984 [70]), В.А. Кравец (1984 [70]), С.В. Белов (1985 [72]), Р.А. Перелет и Г.С. Сергеев (1987 [73,74]), Б.Н. Порфирьев (1991 [75]) и мн. др. С 1997 г. в России действует федеральное законодательство по промышленной безопасности ОПО и предупреждению на них КПА [76], в методической разработке и научно-технической реализации которого активное участие принимали и принимают российские научные школы: ВНИИГАЗ, ВНИИПО, ВНИИГОЧС, ИМАШ РАН, ИПКОН РАН, ЗАО НТЦ ПБ, ЛВМ-ВМА-СПб, АГЗ МЧС России, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИСиС, МИФИ, НИИ Транснефть, НИЦ «НИР БСМ», РГУ нефти и газа им. Губкина, СПГУ-Горный, СГТУ им. Ю.А. Гагарина, ТюмГНГУ, УГНТУ и др. К сожалению, тематика анализа опасностей КПА в углеводородной сфере ТЭК недостаточно разработана для переходных и пореформенных российских условий, с которыми не сталкивались ни советские, ни западные исследователи, что, например, наглядно показали различия происходивших КПА в ходе становления, развития и особенно реструктуризации углепрома Германии, Великобритании и России в кон. XX – нач. XXI вв. Этот исторический опыт вполне применим и для анализа промышленных опасностей российских ОПО НГК. В распространившихся, в ходе реформы техрегулирования, процедурах оценок аварийных рисков оперируют агрегированными усредненными параметрами, не являющимися представительными показателями КПА, быстро изменяющаяся структура опасностей которых изучена недостаточно.

Анализ состояния аварийных опасностей в промышленности и прогноз вызревания известных и возникновения новых аварийных угроз аварий для разработки рекомендаций по предупреждению возникновения КПА становится актуальной задачей разработки переходного режима антикризисного

функционирования системы национальной безопасности постиндустриальной России и ее традиционной подсистемы обеспечения промышленной безопасности.

Современное развитие отечественной промышленности требует подготовки и проведения безопасной технологической модернизации, в первую очередь в базисном НГК страны. Необходимо актуальное исследование изменяющихся техногенных опасностей промышленных аварий и всей действующей системы обеспечения промышленной безопасности ОПО НГК для разработки и реализации неотложных, средне и долгосрочных мер предупреждения угроз КПА на современных высокорисковых нефтегазовых ОПО – наиболее энергоемких и аварийноопасных.

Основные идеи диссертационной работы. Необходим проблемный анализ возникновения угроз КПА в нестабильных индустриальных технико-социальных системах высокоопасных производственных объектов постнеклассическими методами науки становления[1], как кризисных явлений срывов безопасности в постиндустриальном переходе «порядок-хаос-порядок», в отличие от бытующих детерминистских подходов устойчивого объяснения и восприятия основных причин КПА механицистским «человеческим фактором».

Впервые рост опасностей и проблема латентного вызревания угроз крупных промышленных аварий исследованы в научно-техническом контексте зарождения, развития и кризиса индустриализма в Новое и Новейшее время, в отличие от прогрессистских формационных подходов поступательных смен форм собственности и технологических укладов.

Индустриальный рост опасностей с латентным вызреванием угроз КПА целесообразно исследовать в научно-техническом контексте зарождения, развития и кризиса индустриализма в Новое и Новейшее время (вкл. постмодернистские формы гипериндустриализма и деиндустриализации), и с учетом научно-технических и технологических особенностей отечественной культуры безопасности промышленного производства. Для пореформенной

---

[1] После кризиса классической физики с нач. XX в. различают науку бытия стабильных процессов, и науку становления, когда исследуются нестабильность, переходы порядок-хаос, переформатирование систем, отживание старого и возникновение нового.

российской науки и промышленности критично не допустить превращения угроз постиндустриальных КПА в антииндустриальные блокировки научно-технического развития страны.

Выбор объекта, определение предмета, постановка цели и задач исследования

В качестве основного *объекта* настоящего исследования выбрана поднадзорная система опасных производственных объектов НГК России, а *предмета* – культивируемая способность технико-социальных систем динамически устойчиво и целенаправленно функционировать в условиях изменяющихся внутренних и внешних опасностей и угроз техногенного, социального и природного характера, включая основные закономерности вызревания угроз КПА и обеспечения промышленной безопасности в современных российских условиях общего кризиса культуры безопасности индустриализма и анклав-периферийной трансформации отечественного НГК в энергоэкспортный и высокорисковый тип производственной деятельности (кризисный переход в российский постиндустриализм). В настоящей работе объект исследования анализируется в предметной области в основном на примерах становления, развития и деградации обеспечения промышленной безопасности поднадзорных ОПО НГК, как модернизируемых топливно-энергетических индустриальных систем постсоветской России.

Цель диссертационной работы – разработка методических подходов анализа опасностей и оценки риска крупных аварий в нефтегазовой промышленности для риск-ориентированного предупреждения их угроз в системе обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие **основные задачи**:

1) провести ретроспективный и сравнительный анализ возникновения, развития и современного состояния культурно-исторической и научно-технической проблемы опасностей и угроз КПА;

2) провести научно-технический анализ индустриальных опасностей и постиндустриальных угроз КПА в реформируемых российских производствах ТЭК и НГК при изменениях в технической культуре безопасности производства вследствие технологической модернизации и социально-экономических реформ; разработать и оценить фоновые риск-ориентированные показатели опасностей промышленных аварий в нефтегазодобыче, нефтегазопереработке и на магистральном трубопроводном транспорте;

3) разработать риск-ориентированные научно-методические подходы оценивания риска КПА для определения степени аварийной опасности, классификации аварийных происшествий, установления допустимых уровней аварийного риска и обоснования промышленной безопасности на ОПО НГК;

4) разработать концепцию информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА на ОПО НГК и смежных отраслей промышленности.

Методология и методы диссертационного исследования. При решении поставленных задач, наряду с общенаучным методом системного анализа и синтеза, в работе применялись специальные методы теории вероятностей, математической статистики, анализа опасностей и оценки риска техногенных происшествий, а также методология системного анализа безопасности сложных технико-социальных систем.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Необходимые и достаточные предпосылки современных КПА определяются накопленным фондом обращающихся в промышленности энергии и опасных веществ, быстрым изменением потоков информационных связей технологических процессов и вектором модернизации индустриальных структур предвидения и противодействия аварийным угрозам (научные, нормативные и надзорные подсистемы национальной безопасности) при смене традиционных индустриальных норм безопасности на постиндустриальные.

2. Наиболее тяжелые и опасные промышленные аварии происходили в России на этапах индустриализации и деиндустриализации, ставшей новым

источником современных опасностей КПА. Традиционные индикаторы аварийности и травматизма необходимо дополнять специальными риск-ориентированными показателями опасности КПА: удельными для отдельных ОПО и абсолютными для отраслевой системы ОПО НГК.

3. Модернизация индустриальных норм безопасности через обоснованное отступление от действующих требований промышленной безопасности допустима только после всестороннего анализа опасностей КПА и угроз изменения норм: (1) необходимо компенсировать снижение противоаварийной защищенности из-за отказа от исполнения действующего требования, с помощью других адекватных дополнительных требований безопасности, и/или изменением структуры оставшихся ограничений; (2) достаточно доказать отсутствие снижения защищенности вследствие неучтенного изменения структуры опасностей аварии и неактуальности отдельных аварийных угроз.

4. Противоаварийная защищенности от угроз КПА в постиндустриальном переходе должна методически основываться на риск-ориентированном анализе безопасности систем ОПО НГК в нестабильных состояниях перехода «опасность-угроза», с динамическим категорированием ОПО НГК по степени риска КПА и со статической классификацией опасности аварий ОПО НГК.

Степень достоверности результатов. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечиваются: базированием на строго доказанных и корректно используемых выводах фундаментальных и прикладных наук в области системного анализа безопасности сложных технико-социальных систем; комплексным использованием известных, проверенных практикой теоретических и апостериорных методов исследования техногенных опасностей промышленной деятельности; согласованием новых положений с уже известными теоретическими положениями и практическими данными в области обеспечения промышленной безопасности; публикациями в рецензируемых научно-практических изданиях; обсуждением результатов диссертации на научных семинарах и научно-технических советах специализированных

организаций; использованием результатов в отечественной практике анализа риска и обоснования промышленной безопасности.

Научная новизна диссертационной работы:

1. На основе ретроспективного исследования проявлений аварийности сер.XX-нач.XXI вв. в нефтегазовом комплексе и смежных отраслях топливной промышленности впервые предложена риск-ориентированная модель структуры опасностей современных крупных промышленных аварий, включающая оценку значимости возможности социальных, хозяйственных аварийных потерь и их поставарийных статусных последствий, существенно влияющих на промышленную безопасность при проектировании, эксплуатации и технологической модернизации высокоопасных производств НГК.

2. Впервые получены научно обоснованные оценки разработанных риск-ориентированных индикаторов аварийных опасностей в российской нефтедобывающей промышленности, в нефтегазопереработке и на магистральном трубопроводном транспорте, показавшие существенное возрастание угроз постиндустриальных КПА в реформы 1990-х гг.

3. Впервые для ОПО НГК разработано новое нормативное и методическое обеспечение риск-ориентированного обоснования безопасности, включающее модель обеспечения условий безопасной эксплуатации при отступлении от действующих требований промышленной безопасности, методику установления допустимого риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мер безопасности, методические рекомендации по классификации аварийных происшествий и процедуру категорирования ОПО НГК по степени риска КПА.

4. Предложена новая научно-техническая концепция информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА в отраслевой системе ОПО НГК, включающей динамическую карту опасностей КПА с классификатором степени аварийного риска КПА, необходимая для антикризисного обеспечения безопасной технологической модернизации российских высокорисковых объектов нефтегазовой промышленности.

Степень новизны результатов исследования определяется: обстоятельным изучением литературы по предмету исследования с анализом исторического развития проблемы возникновения и предупреждения угроз КПА; рассмотрением, критическим анализом и сопоставлением существующих точек зрения на проблему анализа и оценки опасностей КПА; вовлечением в научный оборот упорядоченного фактического материала об отечественных и зарубежных КПА; детализацией проявлений КПА в кризисных условиях постиндустриального перехода и пореформенных изменений промышленности и промышленных угроз.

Вклад автора в проведенное исследование заключается в постановке и достижении цели, конкретизации и выполнении задач, получении основных теоретических и практических результатов исследования проблемы КПА в современных российских условиях. Автором инициировалось проведение исследований в рамках настоящей тематики, а для работ, выполненных в соавторстве, осуществлялся анализ и обобщение результатов. Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в исследованиях ученым и специалистам московской научно-технической школы «Промышленная безопасность» под рук. проф. В.И. Сидорова, а также всем исследователям из отечественного сообщества специалистов и экспертов по промышленной и пожарной безопасности.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в: разработке риск-ориентированной модели структуры техногенных опасностей современных КПА, включающей оценку значимости возможности социальных, хозяйственных и репутационных (пост)аварийных потерь; формировании риск-ориентированной терминологии в сфере промышленной безопасности; создании концепции информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА в подсистеме ОПО НГК; введении понятия о контролируемом противоаварийными системами предаварийном выбросе опасных веществ; разработке классификатора опасностей КПА по степени риска.

Практическая значимость результатов исследования состоит в: разработке (в форме специальных подразделов соответствующих федеральных норм и правил в сфере промышленной безопасности, руководств по безопасности)

и применении (в специальных технических условиях проектирования, в декларациях, экспертизах и обоснованиях промышленной безопасности ОПО) нормативно-методического обеспечения выбора риск-ориентированных индикаторов угроз КПА, классификации аварийных происшествий, а также установления допустимого риска аварии при кризисной смене индустриальных норм противоаварийной защищенности и обоснования условий безопасной эксплуатации при вынужденном отступлении от требований промышленной безопасности, их отсутствия или недостаточности для новых и модернизируемых технологий промышленного производства и обеспечения промышленной безопасности на ОПО НГК.

Апробация работы. Основные материалы и результаты диссертационной работы широко представлялись более чем в 55 докладах и публичных научных дискуссиях на всероссийских и международных научных и практических конференциях, школах и семинарах, названия, место и даты проведения которых представлены в перечне опубликованных авторских тезисов и докладов. Ключевые положения работы неоднократно докладывались на постоянно действующем с 2002 г. научном семинаре «Промышленная безопасность», а также на научно-техническом совете Ростехнадзора, НТС и совещаниях ведущих нефтегазовых компаний (Транснефть, Газпром нефть, Эксон Мобил и др.).

Реализация работы. Результаты исследований использованы при разработке:

РД-03-14–2005. «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений» (утв. приказом Ростехнадзора от 29.11.2005 № 893) – разд. IV, VI, прил. № 1;

РД-13.020.00-КТН-148–11. «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах» (утв. ОАО «АК «Транснефть» 17.10.2011) – разд. 3, 5;

ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (утв. приказом Ростехнадзора от 15.07.2013 № 306) – пп. 10, 11 разд. II;

РБ «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» (утв.

пр. Ростехнадзора от 27.12.2013 № 646, от 29.06.2016 № 272) – разд. II, III, прил. № 2;

Концепция (состав и структура) комплексной системы выявления, анализа и прогнозирования опасностей промышленных аварий, оценки риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах, в том числе на объектах ТЭК и смежных отраслей промышленности (Гос. контракт № 32-ГК/2014 от 27.06.2014 г., согл. Ростехнадзором 31.12.2014) – все разд.;

РБ «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов» (утв. приказами Ростехнадзора от 07.11.2014 № 500, от 17.06.2016 № 228) – разд. II, III;

РБ «Методические рекомендации по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса» (утв. приказом Ростехнадзора от 30.09.2015 № 387) – пп. 25–27 разд. IV, прил. № 2;

РБ «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказами Ростехнадзора от 13.05.2015 № 188, от 11.04.2016 № 144) – разд. II, III, IV, прил. № 1, 2, 6, 7;

РБ «Методика установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса» (утв. приказом Ростехнадзора от 23.08.2016 № 349) – все разд.;

РБ «Методические рекомендации по классификации техногенных событий в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса» (проект одобрен НТС Ростехнадзора, поручение от 31.05.2017 №00-06-07/1388) – прил. № 2, 3, 4.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 114 печатных трудов, в т. ч. 12 монографий и 64 статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 331 стр. машинописного текста и содержащих 63 рисунка и 33 таблицы, списка сокращений, словаря терминов и списка использованной литературы из 322 источников.

Глава 1 Современное состояние аварийных опасностей в ретроспективе угроз крупных промышленных аварий

1.1 Обзор современных данных о бедствиях и катастрофах

Современные блага технологичной жизни продолжают омрачаться природными, техногенными и социальными бедствиями[1]. От смертельных природных опасностей современный человек все надежнее защищен культурой и техникой. В нач. XX в. природные стихийные бедствия ежегодно уносили в мире до 1,5-3,5 млн жизней, а в нач. XXI в. – на порядок меньше – до 0,1-0,33 млн чел.

Более поздние неприродные[2] техногенные и социальные угрозы резко возрастают со второй половины XX в. За последние пятьдесят лет на порядок и более возросло количество сообщений о природных и техногенных бедствиях, а также число погибших в техногенных катастрофах, вместе с тем число пострадавших в природных бедствиях выросло примерно в 250 раз (при сокращении погибших в них на порядок).

табл. 1

Количество зарегистрированных в мире природных бедствий и техногенных катастроф, число погибших и пострадавших в них в середине XX-го и в начале XXI-го века*

Десятилетия середины XX-го и нач. XXI-го вв.	Ежегодное количество/число			
	сообщений о природных бедствиях	сообщений о техногенных катастрофах	погибших (пострадавших) в техногенных катастрофах	пострадавших (погибших) в природных бедствиях
1950-60 гг.	Не более 40	Около 10	Около 0,7 тыс. (до 0,4 млн)	Менее 1 млн (до 2 млн)
2000-09 гг.	Около 400	Около 320	Около 9,6 тыс. (~120 тыс., до 0,6 млн)	Около 255 млн (~ 0,1 млн, до 0,24 млн)
2010-15 гг.	Около 340	Около 200	Около 7 тыс. (~80 тыс.)	Около 140 млн (~ 75 тыс., до 0,33 млн)

*Составлено автором по данным EM−DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database

Среднемировые параметрические данные о катастрофах становятся малопоказательными, бедствия настигают страны и народы несоразмерно.

[1] По формальным критериям к учитываемым бедствиям (The World Bank, The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Health Organization, CRED Emergency Events Database и др.) обычно относят локальные события, в которых погибли более 10, или пострадали более 100 человек, или введено чрезвычайное положение, или объявлен призыв к международной помощи. Не учитываются военные конфликты и связанные с ними голод, заболевания и эпидемии.

[2] Здесь рассматриваются только неумышленные «стихийные» бедствия. Войны и убийства остаются за скобками, т.к. они замышляются, а не «ниспосылаются». В XX в. смертельные потери в «нестихийных» умышленных конфликтах на порядок выше, чем в «стихийных» природных и неприродных бедствиях (только Первая и Вторая мировые войны унесли жизни более 10 и 20 млн солдат).

Неравновесны и защитные культурные и технические барьеры от бедственных лишений и страданий.

В первом десятилетии XXI в. две трети сообщений о напастях поступали из стран третьего мира, и более половины известий – о природных бедствиях. Примерно шестая и пятая части зарегистрированных чрезвычайных происшествий (далее – ЧП) приходились на страны первого и «бывшего» второго мира, из них треть – сообщения о техногенных катастрофах.

Почти каждый девятый из десяти погибших в бедствиях и катастрофах родом из стран третьего мира. В природных бедствиях и в третьем, и в первом мире гибнет на порядок и более людей, чем в техногенных катастрофах (техносфера достаточно безопасна в первом мире, а в третьем – малоопасна по ее неразвитости и малости). Иная картина в странах второго мира с обширными техноландшафтами – в природных и техногенных происшествиях гибнет примерно поровну.

Один из каждой сотни пострадавших от бедствий и катастроф приходится на первый мир, двое – на второй, а остальные девяносто семь – на страны третьего мира, причем от природных бедствий страдает на два-три порядка больше людей, чем от техногенных катастроф.

Чуть менее двух и одной третей оцененного ущерба от бедствий и катастроф приходится на страны первого и третьего мира, а потери в денежном выражении от техногенных катастроф в среднем в более чем 50 раз меньше, чем от природных бедствий (табл. 2).

Положение современной России в контексте природных и техногенных угроз нагляднее рассмотреть в сравнении с США и Китаем – странами с первой и второй экономиками мира, т.к. по историческим меркам не так давно историческая Россия в облике СССР тоже имела вторую экономику.

В первые десять лет XXI в. по натиску природных и техногенных угроз США, Россия и Китай занимали доминирующие позиции в своих группах стран с очень высоким, высоким и средним уровнем развития человеческого потенциала (ОВРЧ, ВРЧ, СРЧ) – см. табл. 2. и сноску [1)] к ней.

табл. 2

Природные бедствия* и техногенные катастрофы в США, России, Китае, Зимбабве и в мире за первые десять лет XXI в. (2000-2009 гг.)**

(составлено автором по данным International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Disasters Report 2010; The OFDA/CRED International Disaster Database)

Группа стран по ИРЧП[1)] / Страна, ее рейтинг и уровень по ИРЧП[1)]	Количество зарегистрированных сообщений		Число погибших		Число пострадавших		Оцененный ущерб	
	шт.	% доли[2)]	тыс.чел.	% доли	млн чел.	% доли	млрд. US $	% доли
Оч. высокий ИРЧП (0,785-0,999), в том числе:	1065 (818+247)[3)]	14,8% 10:3	89,4 (83,5+5,9)	8,1% 14:1	27,6 (27,5+0,07)	1,1% 405:1	627,9 (615,6+12,3)	63,5% 50:1
4. США ИРЧП$_{2010}$=0,902	301 (241+60)	28,3%[4)] 4:1	5,2 (4,05+1,15)	5,8% 18:5	20,7 (20,7+0,0035)	75,1% 5920:1	345,7 (344,3+1,4)	55,1% 245:1
Высокий ИРЧП (0,675-0,785), в том числе:	1289 (805+484)	17,9% 5:3	26 (12,7+13,3)	2,4% 19:20	44,8 (44,2+0,6)	1,8% 76:1	56,5 (56,4+2,3)	5,9% 25:1
65. Россия ИРЧП$_{2010}$=0,719	161 (72+89)	12,5%[4)] 4:5	4,5 (1,9+2,56)	17% 3:4	1,9 (1,94+0,0005)	4,3% 4050:1	4,4 (3,05+1,32)	7,4% 7:3
Средний ИРЧП (0,475-0,675) в том числе:	4073 (1967+2106)	56,7% 14:15	738,9 (673,3+65,6)	66,8% 10:1	2281 (2280,3+0,7)	89,4% 3130:1	292,6 (290,3+2,3)	29,6% 127:1
89. Китай ИРЧП$_{2010}$=0,663	783 (281+502)	19,2%[4)] 5:9	111,8 (98,2+13,5)	15,1% 7:1	1167,3 (1167,1+0,26)	51,2% 4460:1	181,99 (181,7+0,24)	62,2% 760:1
Низкий ИРЧП(0,001-0,475) в том числе:	757 (424+333)	10,5% 5:4	251 (239,9+11,1)	22,7% 22:1	196,9 (196,7+0,16)	7,7% 1215:1	9,8 (9,3+0,5)	0,99% 20:1
169. Зимбабве ИРЧП$_{2010}$=0,140	29 (20+9)	3,8%[4)] 11:5	0,54 (0,12+0,42)	0,2% 5:17	8,3 (8,28+0,0008)	4,2% 10500:1	0,3 (0,278+0,0)	2,8% ∞:1
Все страны ИРЧП$_{2010}$=0,624	7184 (4014+3170)	100% 5:4	1105,4 (1009,4+96,0)	100% 11:1	2550,3 (2548,7+1,5)	100% 1660:1	986,7 (971,5+17,3)	100% 56:1

* Учитываемые природные бедствия: засухи, землетрясения, экстремальные температуры, наводнения, поражение насекомыми, обвалы, оползни, ураганы и штормы, вулканическая активность, пожары (лесные, степные, торфяные);

** Учитываемые техногенные катастрофы: промышленные аварии, транспортные происшествия, иные техногенные несчастные случаи (пожары, обрушения и др.).

[1)] Индекс развития человеческого потенциала ИРЧП (Human Development Index – HDI) — интегральный показатель, рассчитываемый с 1990 г. ежегодно ООН для межстранового сравнения и измерения уровня жизни, грамотности, образованности и долголетия (Human Development Report 2010. The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development). Каждая группа по ИРЧП включает 42-43 страны. Россия (ИРЧП$_{2010}$=0,719) и большинство стран бывшего СССР входят во вторую группу;

[2)] Соотношение между природными и техногенными чрезвычайными происшествиями;

[3)] Здесь и далее в таблице в скобках указана сумма значений для природных и техногенных чрезвычайных происшествий;

[4)] Для США, России, Китая и Зимбабве процентные соотношения указаны относительно группы стран с Очень высоким, Высоким, Средним и Низким ИРЧП соответственно.

Так среди стран ОВРЧ на США приходится почти треть всех сообщений о ЧП, ¾ всех пострадавших, более половины оцененного ущерба и только 6 из ста погибших.

В Китае среди стран СРЧ регистрируется пятая часть известий о ЧП, более половины пострадавших и оцененного ущерба. В китайских ЧП гибнет 15% от общего числа жертв бедствий и катастроф в странах СРЧ.

По сравнению со странами ВРЧ на Россию приходится восьмая часть регистрируемых ЧП и почти шестая часть погибших. Доли пострадавших и ущерба от ЧП составляют около 4,3% и 7,4%.

За первое десятилетие XXI в. в профиле бедствий и катастроф обозначились следующие характерные тенденции:

1) США лидируют в мире по оцененному ущербу от ЧП – 346 млрд $. Из них 125 млрд $ приходится на ураган «Катрина» (в августе 2005 г. погибло 1836 чел.) – мировой пик ущерба от природного бедствия с нач. XX в. На американские природные бедствия приходится сумма в ~245 раз[1] большая, чем на техногенные.

2) Китай занимает первые строчки в мире по числу пострадавших в ЧП – 1,17 млрд чел. (на втором месте Индия с 0,45 млрд). В сычуаньском землетрясении 12.05.2008 г. пострадали 45,9 млн чел. (погибло[2] 87,5 тыс., рекордный ущерб при землетрясениях – 85 млрд $), от наводнения на реке Янцзы в июле 1998 г. пострадали 238,9 млн чел., в урагане 14.03.2002 г. – около 100 млн чел. – мировые максимумы пострадавших в землетрясениях, наводнениях и ураганах с нач. XX в. Бедствиями и катастрофами в среднем ежегодно затрагивался каждый двенадцатый китаец, а в природных бедствиях пострадало в 4460 раз больше человек, чем в техногенных катастрофах.

3) В России сравнительно невелики абсолютные показатели потерь. Регистрируемых природных бедствий в РФ в 3-4 раза меньше чем в США и Китае, но наблюдается нетипичный крен в сторону техногенных катастроф. По среднемировой статистике в природных бедствиях гибнет на порядок больше людей, чем в техногенных катастрофах (в США в 3,5 раза больше, в Китае – в 7,3 раза). В России ситуация обратная – почти 60% погибших приходится на техногенные потери. По абсолютному числу погибших в техногенных катастрофах Россия (2 549 погибш.) уступает лишь Китаю (13 512 погибш.) и Индии (6 584 погибш.). Если учесть масштаб экономик и численность населения России, Китая и Индии, то можно утверждать о проявлении в России

---

[1] Это соотношение существенно изменится (вплоть до десятикратного разрыва) после полного учета аварии 20 апреля 2010 года на нефтяной платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе (11 погибших) со вторым в истории техногенным разливом нефти – до 585 тыс. тонн (первенство здесь держат также США – при аварийном фонтанировании скважины Lakeview Gusher в Калифорнии с марта 1910 г. по сентябрь 1911 г. разлито 1,2 млрд тонн нефти). В отчете за III кв. 2010 г. компания BP оценивала общие расходы на ликвидацию последствий аварии в $39,85 млрд. По показателю ущерба авария с Deepwater Horizon стала крупнейшей технокатастрофой. В 2016 г. «цена аварии» оценивалась уже в $74 млрд.

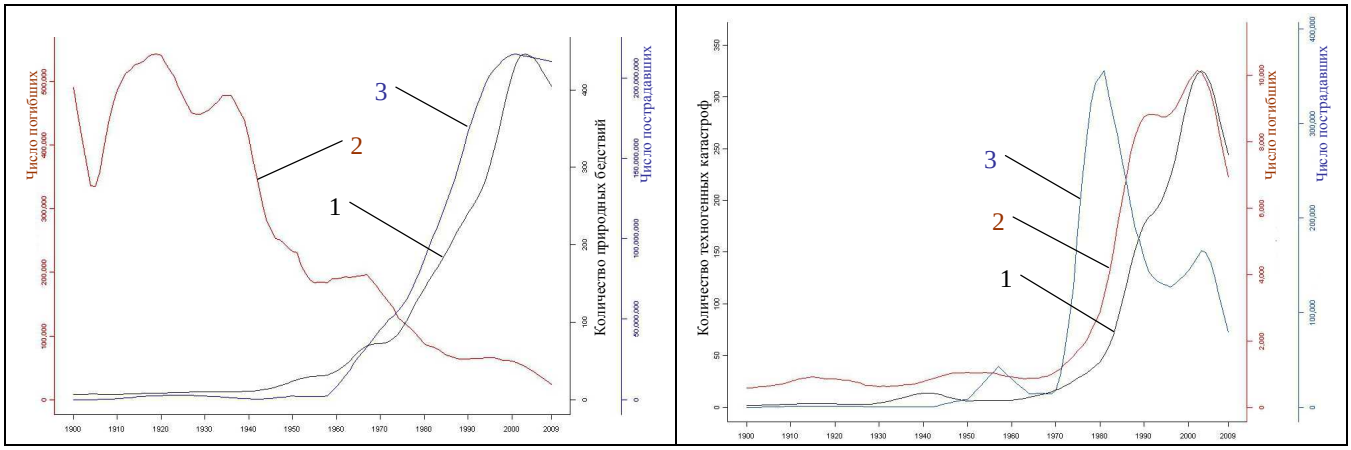
[2] На первое десятилетие XXI в. максимальными по числу погибших считаются таншаньское землетрясение в Китае 28 июля 1976 г. – погибло 242 тыс.чел., далее следует землетрясение в Гаити 12 января 2010 г. – 222,6 тыс. чел.

максимальной смертельной угрозы техногенных катастроф. В XXI в. Россия вошла в тройку лидеров по максимальному ущербу от техногенной катастрофы:

I) авария на Deepwater Horizon (США, 2010) – более 39,85 млрд $,
II) гибель нефтетанкера Prestige (Испания, 2002) – 9,96 млрд $,
III) авария на Саяно-Шушенской ГЭС (Россия, 2009) – 1,32 млрд $.

Если исключить из рассмотрения конъюнктурные нефтяные разливы, то на пиках техногенных ущербов XX-XXI вв. останется Чернобыль-1986 (2,8 млрд $) и Саяны-2009 (1,32 млрд $).

В целом картина бедствий и катастроф в мире с начала XX в. развивалась по техно- и социально- опасному сценарию (см. Рис. 1). В 1960-1970-е гг. начался резкий всплеск сообщений о природных бедствиях и техногенных катастрофах (к нач. XXI в. поток ЧП-сообщений возрос в 10 раз для природных и в 30 раз для техногенных). Более чем в 250 раз выросло число пострадавших и на порядок сократилось число погибших в природных бедствиях.



а) б)

Рис. 1. Природные бедствия (а) и техногенные катастрофы (б) в XX-XXI вв.: 1- количество сообщений; 2,3 - число погибших и пострадавших (линейная интерполяция гладких линий)
(источник: EM−DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database − www.emdat.be − Université Catholique de Louvain, Brussels − Belgium)

Угрозы бедствий и катастроф нашли свое социальное отражение в статусах индустриальных держав: чем сильнее защитные свойства технической культуры, тем общество менее уязвимо перед природными и техногенными бедствиями. В общем случае техногенные опасности в преиндустриальных странах зачаточны, в индустриальных – растут, а в постиндустриальных – падают. Чистые модели (пре-, пост-) индустриальных стран для практики малополезны – слишком быстро и разнонаправлено изменяется мир в кризисе индустриализма. Так, например,

Китай находится на гребне своей индустриализации, высокоразвитые страны становятся гипериндустриальными, а современная Россия преодолевает последствия деиндустриализации 1990-х гг.

1.2 Техногенные катастрофы в постиндустриальном переходе

Техногенные опасности – мрачные спутники промышленного производства: накопление и обращение потенциала энергии опасно. Уровень вызревших промышленных угроз и масштаб реализовавшихся опасностей определяются технической культурой и указывают на индустриальный статус страны.

С 1960-х гг. неуклонно увеличивается количество промышленных аварий и число погибших в них людей – к нач. XXI-го века эти показатели опасности возросли почти в 62 и в 10 раз соответственно (Рис. 2). В последние десятилетия более бурный рост имели транспортные происшествия, а доля промышленных аварий среди всех техногенных катастроф по количеству зарегистрированных ЧП составляла 17% , а по числу погибших – 16% (для транспортных происшествий – 69 и 70% соответственно). Но уже с 1980-х гг. промышленные аварии в мире начинают доминировать среди других видов техногенных катастроф по числу пострадавших и оцененному ущербу – в нач. XXI в. на промышленные аварии приходится до 80% пострадавших и 96% ущерба (Рис. 2).

Смертельная тяжесть промышленных аварий в мире в целом в последние десятилетия возрастает: количество регистрируемых индустриальных происшествий имело практически линейный рост с нач. 1970-х гг. вплоть до середины 2000-х гг., а затем наметился резкий спад по этому индикатору (Рис. 3), но количество погибших в промышленных катастрофах в последние десятилетия остается относительно стабильным: в 1980-х гг. 1 тыс. погибших ежегодно, в 1990-х гг. 1,1 тыс., в 2000-х гг. 1,5 тыс., в 2010-2015 гг. 1,1 тыс. погибших.

В кон. XX – нач. XXI вв. опасности промышленных аварий стали перемещаться из первого во второй, а затем и в третий мир (из высокоразвитых в развитые, развивающиеся и слаборазвитые страны).

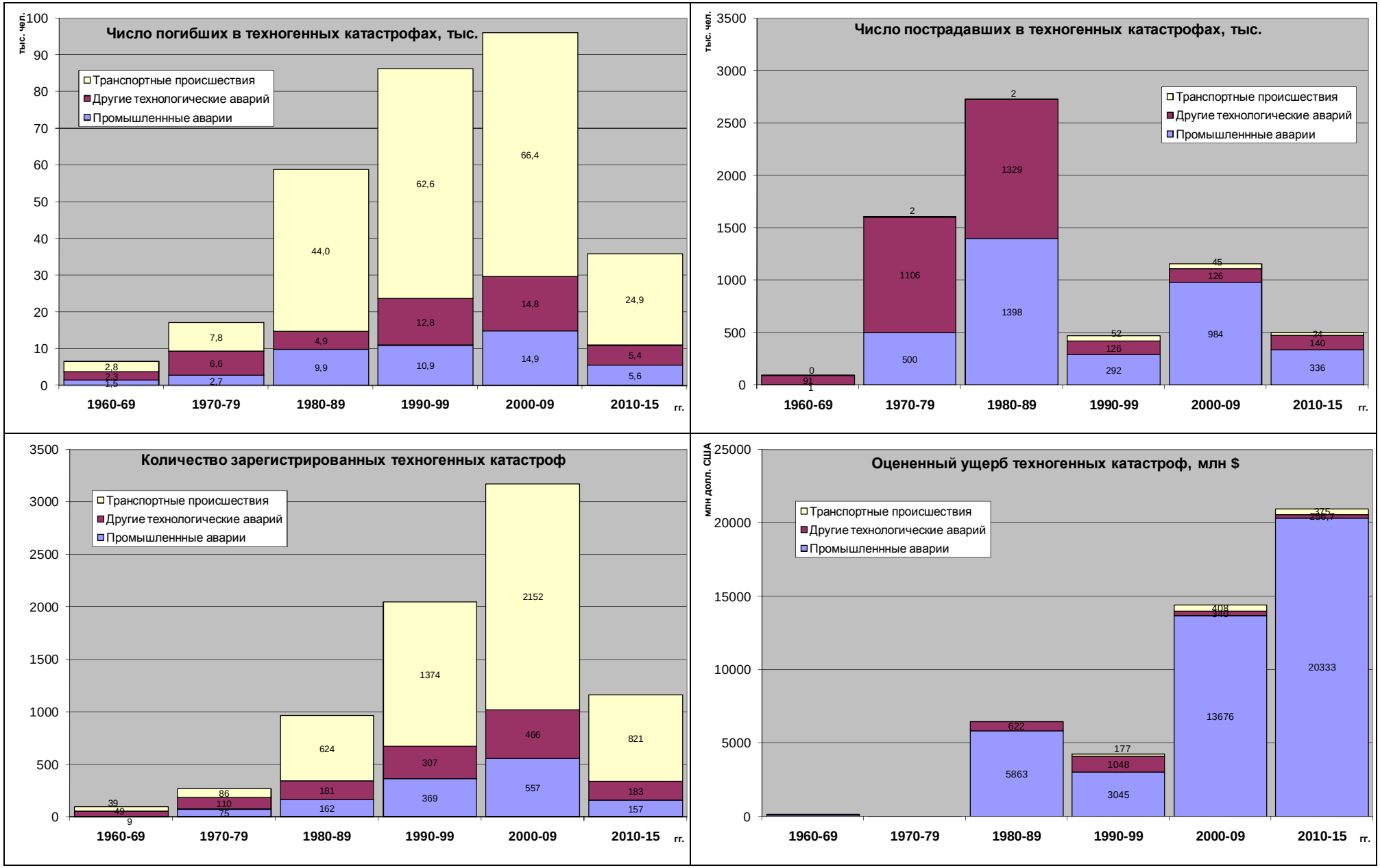


Рис. 2. Техногенные катастрофы в мире с 1960 по 2015гг.
/составлено автором по данным EM−DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database/

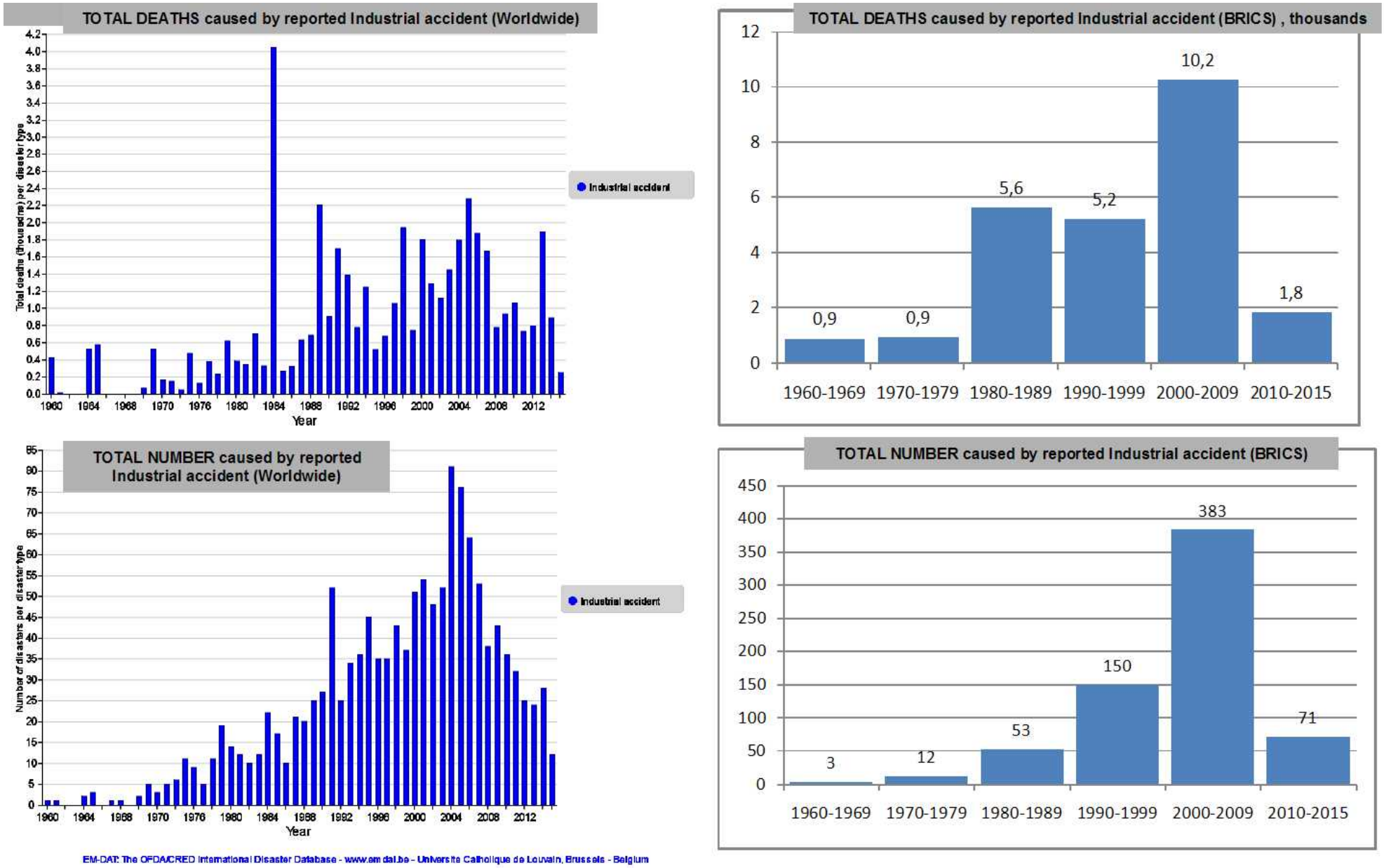


Рис. 3. Промышленные аварии в мире и в странах БРИКС с 1960 по 2015гг.
/составлено автором по данным EM−DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database/

Так в 1970-х гг. на страны БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай и ЮАР) приходилось в среднем треть погибших в промышленных авариях, а в 1980-х гг. уже до 60%, в 1990-х гг. – до 50%, в 2000-х гг. – до 70% (аналогичный показатель по пострадавшим такой: в 1980-х гг. – более 40%, в 1990-х гг. – до 50%, в 2000-х гг. – более 80%). В начале 2010-х гг. в странах БРИКС погибало до 40% жертв мировых промышленных аварии: такое достаточно резкое изменение ситуации объясняется во многом началом статистического учета промышленных аварий в индустриальных анклавах стран третьего мира (в Нигерии, Бангладеш, Кении, Пакистане и др.). Сходная картина и с количеством регистрируемых промышленных аварий: в 1980-х гг. на страны БРИКС приходилась треть сообщений о фактах аварий, в 1990-х гг. – более 40%, в 2000-х гг. – до 70%, в начале 2010-х гг. – более 45% (Рис. 3). Напротив, материальные потери от промышленных аварий в основном заявляются в высокоразвитых станах. Так 1990-х гг. на страны БРИКС приходилось менее 4% сумм мирового оцененного ущерба от промышленных аварий, в 2000-х гг. – 14% (Рис. 2).

В настоящее время актуальность вопросов предупреждения промышленных катастроф обостряется. В современной России эта проблема открывается в новом измерении, не свойственном странам первого и третьего мира. Высокоразвитые западные страны входят в период гипериндустриализма, когда высокоопасные производства в основном тяжелой промышленности с возможными КПА вытесняются в зону быстро растущего индустриализма (Китай, Индия, Вьетнам, Бразилия, Мексика, ЮАР и др. незападные индустриальные страны). Для современной России, прошедшей в 1990-е годы период деиндустриализации, постановка и решение проблемы предупреждения КПА не имеет исторических аналогов в отечественной и зарубежной практике. Здесь будет более важен опыт взаимодействия в рамках организации БРИКС. Страны БРИКС – незападные страны в период т.н. «догоняющей модернизации». В ходе промышленного развития они обязательно столкнутся с проблемой новых КПА. История таких аварий известна им сейчас в основном в своем углепроме (здесь показательны Китай, Индия, ЮАР), но скоро опасности КПА «перехлестнут» и в другие

отрасли – НГК, энергетика (здесь уже есть наработки у России). Опыт западных стран по предупреждению КПА для стран БРИКС впрямую не годится (имитации даже опасны). Запад вытесняет производства с возможными КПА как раз в страны БРИКС и третий мир (это обосновывается глобализацией), демонстрируются новые достижения в предупреждении промышленных аварий в первом мире. Проблему КПА придется решать в первую очередь именно силами стран БРИКС, обязательно используя западный опыт, с соответствующим преломлением на специфику технической культуры и культуры безопасности. В России в кон. XX – нач. XXI вв. получены уроки уникальных КПА, выступающих маркерами наложения глобальных и частных кризисных явлений в промышленности и промышленной безопасности (общий кризис индустриализма [77] с начавшимся постиндустриальным переходом 1970-х, Перестройка и крах СССР 1980-х, радикальные реформы демодернизации и деиндустриализации 1990-х, неолиберальная модернизация 2000-х, технологическая модернизация 2010-х).

1.3 Введение в понятие о крупной промышленной аварии

Понятия отражают и фиксируют в сознании явления природы или процессы в культуре (в техносфере, в обществе). За наиболее общими понятиями скрываются общепринятые модели действительности (картина мира) или установочные концепции (мировоззрение и идеалы исследователя). Реальность сложна и динамична, а уже известные явления переоткрываются в новом ракурсе, так что изначальные трактовки ключевых понятий требуют дополнений и даже пересмотра, но и «устаревший смысл» не исчезает. Концептуальное ядро понятия достаточно устойчиво, но может быть скрыто за наслоением разных смыслов, которые накапливаются и стираются исторически (для их изучения проводят «раскопки смыслов» [78]). Особенно изменчив самый верхний и узнаваемый слой обыденных смыслов. Сегодня он во многих случаях формируется СМИ, причем, обычно умалчивается, какая именно понятийная концепция скрывается за расхожим смыслом – современные СМИ не просто беспристрастно информируют

о реальности, а создают новую реальность (виртуальность). Система общепринятых понятий – концентрат формализованного знания о действительности, но многие явления так сложны, что раскрывающим их важным понятиям невозможно дать замкнутое формальное определение, это даже контрпродуктивно – ускользают многие свойства явления, и в этой тени незнания вызревают скрытые угрозы. Принимая эти ограничения, дадим исследовательское определение и пояснения предметной области настоящей работы.

Крупная Промышленная Авария (КПА) – техногенное происшествие на опасном производственном объекте (авария на ОПО) с последствиями или угрозой последствий катастрофического характера, непоправимых для самого объекта или/и его окружения, и связанных с гибелью людей, причинением материального ущерба или/и вреда окружающей среде.

Такие аварии, как правило, происходили и происходят в наиболее энерговооруженных отраслях промышленности, ОПО которых попадают в сферу государственного надзора за безопасным ведением работ:

- ОПО ведения горных работ угольной промышленности, горнорудной и нерудной промышленности, объекты подземного строительства;
- ОПО нефтегазодобывающей промышленности;
- ОПО нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности и объекты нефтепродуктообеспечения;
- ОПО магистрального трубопроводного транспорта и подземн. хранения газа;
- ОПО металлургических и коксохимических производств;
- ОПО газораспределения и газопотребления;
- Взрывоопасные и химически опасные производства и объекты спецхимии;
- ОПО производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения;
- ОПО транспортирования опасных веществ;
- Взрывоопасные объекты хранения и переработки растительного сырья;
- ОПО, на которых используется оборудование, работающее под давлением;
- ОПО, на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы и подъемные сооружения.

Обычно тяжелые аварии в электроэнергетике и на транспорте рассматриваются отдельно от КПА (например, аварии в энергосистемах, аварии на ГТС, радиационные и ядерные аварии, транспортные катастрофы, в т.ч., кораблекрушения, авиапроисшествия, ж/д катастрофы, ДТП и проч.). Аварии на ОПО, в т.ч. КПА, выступают источниками ЧС техногенного характера.

Исторически в отдельную подгруппу КПА за рубежом выделяют аварии на шахтах и рудниках (Mining disasters).

Существуют и международные толкования понятия о КПА. Согласно определению Международной Организации Труда (МОТ) в Конвенции о предотвращении КПА [4] (C174 Prevention of Major Industrial Accidents Convention, 1993 Part I - Scope and definitions) термин «крупная авария» означает внезапное техногенное происшествие на ОПО (крупный выброс опасных веществ, пожар или взрыв, по отдельности или в сочетании), приводящее к серьезной опасности для персонала, населения или окружающей среды, будь то немедленно или долгосрочно:

> *«the term **major accident** means a sudden occurrence - such as a major emission, fire or explosion - in the course of an activity within a major hazard installation, involving one or more hazardous substances and leading to a serious danger to workers, the public or the environment, whether immediate or delayed»* (официальный перевод такой: «*термин «**крупная авария**» означает 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 трудящихся, населения или окружающей среды»*).

В целом это определение от МОТ не утратило своей актуальности, за исключением изначальной расплывчатости ключевого критерия «серьезные опасности». Степень «серьезности» бедствия изменчива во времени и пространстве различных культур, имеет ярко выраженную ценностную природу.

По формальным прозападным критериям к учитываемым «серьезным» бедствиям (согласно The World Bank, The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Health Organization, CRED Emergency Events Database и др.) обычно относят локальные события, в которых

- погибли более 10, или
- пострадали более 100 человек, или
- введено чрезвычайное положение, или
- объявлен призыв к международной помощи.

Более жесткие критерии применяются к подземным авариям в шахтах и рудниках. Согласно типовому определению американской Mine Safety and Health Administration (MSHA) – термин «Mine disaster» исторически применяется к авариям, в которых погибли 5 и более человек (аналогично объясняет термин «mine disaster» и USMRA – United States Mine Rescue Association). Критерии отнесения КПА требуют уточнения для российских реалий в рамках предметной области настоящего исследования.

В Западной Европе накопленные технические и социальные знания о предупреждении крупных промышленных аварий были формализованы в евродирективах Севезо I (1982 г.) [1], Севезо II (1996 г.) [2] и Севезо III (2012 г.) [79,80], а в Российской Федерации – в ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 1997 г. (далее – ФЗ-116) [76].

Определения аварии из Севезо III и ФЗ-116 различаются только уточняющим определением «крупная» (в [79]) , причем показатели и критерии «крупности» в европейской директиве формально не заданы. Подходы и установки по определению «красных линий» между крупными и обычными промышленными авариями отличаются в разных странах и в разные исторические периоды.

Традиционный набор параметров, показывающих аварийные опасности, включает в себя общее количество регистрируемых аварий (возможность события) и частные характеристики их последствий (тяжесть события). На уровне отдельного ОПО такие кумулятивные индикаторы (и возможность, и тяжесть) соотносят с риском аварии: анализируется широкий спектр возникновения и развития аварий, и дается оценка случайной величины ущербов от них, в основном матожиданием. Тяжелые аварийные опасности и вызревание угроз КПА в таком подходе плохо видны.

На проблему новых опасностей КПА действенно обратили внимание только в период кризиса индустриализма (обнаружение социально-экономических, экологических, технологических и др. ограничений для экспансии «устойчивого развития»). Быстро изменяются и сильно различаются показатели и критерии опасностей КПА в высокоразвитых, развитых и развивающихся индустриальных странах. Модельная структура индексной оценки опасности КПА ($R_{КПА}$) может быть представлена как:

$$R_{КПА} = \Sigma\,(i \cdot P_i \cdot k_i) = С P_С k_С + П P_П k_П + У P_У k_У \qquad (1)$$

где i – размер потерь от КПА;

P_i – возможность возникновения i-х потерь от КПА;

k_i – соразмерный коэффициент значимости i-х потерь от КПА;

С – смертельные потери от КПА;

П – потери пострадавших от КПА;

У – материальные потери от КПА.

Наиболее важен в ф-ле (1) – коэффициент значимости *i*-х потерь от КПА k_i, показывающий, как воспринимается в массовом сознании угроза причинения потерь при КПА. Поэтому КПА с одинаковыми значениями P_i и *i* будет иметь совершенно разные значения показателей опасности в одной стране в разные периоды и в разных странах в одно время.

В высокоразвитых странах (первого мира) основным слагаемым в показателе опасности $R_{КПА}$ все более становится материальный ущерб от КПА (см. выше Рис. 2 и Рис. 3), а число пострадавших и погибших утрачивают самостоятельную ценность и включаются в тот же материальный баланс ущерба в виде стоимости «человеческой жизни» или затрат на восстановление собственности на части тела пострадавшего. Однако нельзя сказать, что ценность жизни и страданий человека вообще безразлична в оценках аварийных опасностей в западных культурах. Порог восприятия ужаса групповой гибели людей в КПА постоянно снижается средствами культуры (и технической, и информационной). Например, если в американском углепроме в нач. XX в. к особо крупным по числу погибших относили аварию в шахтах № 6 и № 8 города Мононга (Monongah), в которых 6.12.1907 г. при взрыве метана по официальным данным погибло 362 горняка (по неофициальным — более 500), а в сер. XX в. – аварию в шахте № 2 в Западном Франкфорте (West Frankfort) 21.12.1951 г. со 119 погибшими, то в нач. XXI в. к особо крупной для США уже относят аварию на шахте «Upper Big Branch», в которой 5.04.2010 г. погибли 29 человек. В том же году 20 апреля в КПА на нефтедобывающей платформе Deepwater Horizon погибли 11 человек и пострадали 17 работников, однако крупность этой аварии была сконструирована мировыми СМИ с упором на экологический ущерб (образ страдания замазученных пеликанов) и материально-финансовые потери (образ наказания транснациональной British Petroleum).

Из контент-анализа СМИ-сообщений о КПА (частота упоминаний, объем текста и рейтинг источника) хорошо видно, что порог восприятия групповой гибели людей в КПА (замена «бесценности человека» ценой «человеческой жизни») сегодня проходит в странах первого мира на уровне групповой гибели в

20-25 чел. в одной КПА (выше этого порога резко возрастает значение коэффициента k_C). В России этот же порог в начале 2010-х гг. был на уровне 80-85 чел., что следует из сравнения освещения в СМИ недавних российских КПА – СШГЭС-2009 и Распадская-2010 (75 и 91 погибших). Для российского нефтегазового комплекса, как значительно интегрированного в международные нефтегазовые проекты, целесообразно ориентироваться на верхний порог восприятия единовременной гибели в одной крупной аварии 20-25 чел. и на нижний – 3-5 чел. При конструировании медийных образов КПА представляемые значения групповой гибели людей сознательно лишаются любого оттенка сострадания к жертвам аварий (создается маска скорби), – важны лишь образы чисел погибших (междесятичные разряды), воздействующие «языком цифр» на массовое сознание через СМИ.

В индустриальных анклавах стран третьего мира ситуация с оценкой значимости КПА существенно иная. Кризис индустриальной культуры при модернизации стран третьего мира хорошо виден на примере аварий в нефтегазовой промышленности Нигерии. Недавнее сообщение от 25 декабря 2015 г. о том, что около ста человек погибли (в том числе, жители близлежащих домов) и множество получили ранения в результате взрыва на газоперерабатывающем заводе компании Inter Corp Oil в нигерийском городе Нневи (штат Анамбра), стало «рождественским» информационным поводом в мировых СМИ, ретранслирующим перепост местных СМИ (см. [81] и т.п.). Сходная по последствиям для местных жителей авария в США 17 апреля 2013 г. со взрывом на складе удобрений West Fertilizer Company (WEST-2013), в которой 15 человек погибли и 160 пострадали, получила надежный статус КПА во многом благодаря огласке и расследованию американских СМИ (см. подробнее ниже в подразделе 1.6). Факт наличия пострадавших и погибших не из числа персонала существенно увеличивает оценку опасности КПА (оценивается ростом коэффициентов k_C и $k_П$). При этом жертвы из стран первого мира «котируются» на порядки выше, чем выходцы из второго и третьего мира. Так в публичном описании аварии с взрывом на шахте Ульяновская 19 марта 2007 г. (погибло 110

человек) отдельно упоминается, что «в шахте также погиб аудитор Британского банка (Великобритания)» [82]. В английской версии википедии погибшему британскому консультанту Яну Робертсону посвящен один абзац из шести представленных об этой аварии [83].

Напротив количество жертв в промышленных авариях из стран третьего мира начинает существенно влиять на оценку опасности КПА только при относительно большом числе погибших и пострадавших. Вот некоторые примеры наиболее масштабных по числу погибших КПА из Нигерии в кон. XX–нач. XXI вв. (до 1998 г. сведения о промышленных авариях отрывочны):

- 17 октября 1998 г. недалеко от города Джесси штата Дельта при взрыве бензинопровода погибло 1082 человека;
- 10 июля 2000 г. в том же регионе при разгерметизации и взрыве трубопровода погибли 260 человек;
- 19 июня 2003 г. в штате Абия при попытке хищения нефтепродуктов из трубопровода погибли 125 человек;
- 13 мая 2006 г. в штате Лагос при сходных обстоятельствах погибли 175 человек;
- 26 декабря 2006 г. в том же районе погибли 269 человек;
- 22 июля 2015 г. в Арепо шт. Огун при взрыве трубопровода NNPC после разгерметизации от пулевого выстрела погибло более 100 человек.

Жертвы нигерийских КПА часто выставляются вандалами, варварски расхищающими нефть и нефтепродукты из высокотехнологичных экспортных трубопроводов. Гибель посягнувших на право собственности преступников имеет ничтожный вес при оценке опасности промышленной аварии (оценивается заметным понижением коэффициентов $k_{\text{С}}$ и $k_{\text{П}}$).

Особое место в медиасреде при оценке опасности КПА занимает современный Китай. 12 августа 2015 г. при взрыве в городском порту Тяньцзинь погибли 173 человека. Уже 20 августа 2015 г. французская газета "Slate.fr" выпустила статью "Станет ли Тяньцзинь китайским Чернобылем?", в которой Китай представляется опасной страной, «не справившейся» с технологической модернизацией, допустившей «нецивилизованные аварии». В последние десятилетия Китай значительно снизил масштаб людских потерь в КПА, поэтому для сохранения политического давления во многом завышается значимость человеческих жертв в китайских КПА (оценивается относительным ростом коэффициентов $k_{\text{С}}$ и $k_{\text{П}}$).

Исследование медиаприемов СМИ по формированию повестки дня с детальной оценкой показателей и критериев информационных поводов от создаваемых образов КПА выходит за предмет данной работы. Однако не учитывать такое влияние даже в сугубо технических и технологических проблемах по предупреждению промышленных аварии теперь нельзя. Необходимо различать реальность потока промышленных аварий и образ реальности из них, названных в СМИ как КПА. СМИ для удержания внимания аудитории должны конструировать редкость события КПА при любом потоке реальных аварий среди других информационных поводов и потока фактов. Поток реальных аварий постоянно изменяется в разных странах и в разные периоды индустриального развития по технологическим, социальным, экологическим и др. причинам. Быстрее всего в нем предупреждаются и на какое-то время из него исчезают уже хорошо изученные аварии, т.е. с типовыми причинами, зафиксированными в правилах безопасности. В период позднего индустриализма «питательной средой» неоднородного потока КПА становятся уникальные многопричинные сложносценарные предаварийные и аварийные события (не описанные в правилах безопасности) чаще только с угрозой тяжелых потерь. Если подобные изначально редкие инциденты вовремя не распознать и не изучить, то смягчать уже придется реальные аварийные потери, а предупреждать не только технологические и социальные причины их возникновения, но и информационные последствия медиаобразов КПА. Оставление в тени незнания уникальных и малых инцидентов и аварий (по экономическим, методическим, кадровым, инструментальным и др. причинам) порождает антисилу заведомо больших потерь тоже в уникальных, но уже крупных промышленных авариях, наносящих тяжелые травмы всей технической культуре страны, подрывающих и разрушающих топливо-энергетическую базу ее промышленности. Для подкрепления этого тезиса рассмотрим краткую предысторию обнаружения, постановки и современного состояния проблем предупреждения опасностей КПА в становлении, развитии и кризисе индустриализма.

1.4 Возникновение, постановка и современное состояние проблемы предупреждения крупных промышленных аварий

Исторически первые КПА проявились в период промышленной революции XVIII–XX вв. Ископаемый уголь стал энергетической базой индустриализации, а угледобыча – источником первых КПА. Типичными промышленными бедствиями стали аварии в шахтах и рудниках – Mining disasters. Первые упоминаний о групповой гибели шахтеров относятся уже к началу XVIII в. В первой половине XIX в. начат трагический отсчет КПА с гибелью более 100 человек в угольных копях Великобритании, Германии, США, Чехии и Канады. В кон. XIX – нач. XX вв. впервые в угледобыче Нового времени произошли первые особо крупные промышленные аварии с групповой гибелью более 200, 250, 300, 400 и даже 1000 человек (Англия, Германия, Уэльс, Франция). Более ста лет в XIX-XX вв. крупные угольные катастрофы с гибелью свыше 100 человек сопровождали индустриально развитые страны Западной Европы, Северной Америки и Японию (в 105 таких подземных углепромышленных катастрофах погибло более 22 тыс. человек).

Начиная с сер. XX в. из подземелья шахт и рудников КПА все более перемещались на поверхность промышленных площадок новых энергонасыщенных производств. С развитием СМИ промышленные аварии проникли и в медиасферу. С развитием промышленности КПА становились маркером назревания кризисных проявлений в межотраслевом развитии индустриализма (см. ниже Табл. 3), а разрабатываемые и внедряемые меры предупреждения КПА становились не только противоаварийными, но и антикризисными, способствуя переходу в другой технологический уклад безопасного производства (не всегда «другой» становился «следующим», особенно в постиндустриальный период): от охраны труда промышленного рабочего и техники безопасности на производстве к риск-ориентированному обеспечению промышленной безопасности во всей системе поднадзорных ОПО.

Промышленные аварии – мрачные спутники индустриальной истории Нового (~ 1700 - 1917 гг.) и Новейшего времени (~ 1918 - 1991 гг.), а уникальные КПА

стали предвестниками нарождавшегося постиндустриализма (~ с 1991 г.). Колыбель промаварий – горнорудная добыча прединдустриальной эпохи – перенесла КПА в углепром времен классического индустриализма – «цивилизации угля и железа». КПА сигнализировали о соприкосновении с пределом современного индустриального развития (начала спада, деградации) и фактически стали вызовом механицистским постулатам классического индустриализма (внесвязность-обратимость-экспансия), которые подспудно питали промышленные революции и научно-технический прогресс в XVIII-XX вв. Всплеск поздних КПА зафиксирован в 1970-80-х гг. в химической и нефтехимической промышленности, энергетике и нефтегазодобыче (см. схему периодизации типовых КПА по индустриальным периодам Табл. 3).

Табл. 3.

Основные периоды индустриализма и характерные примеры крупных промышленных аварий

Периоды ***промышленного*** *развития* |«энергия и материал»	*Поздний* **преиндустриализм** |«вода, дерево, камень, металл» (до ~**XVI** в.)	*Классический* **индустриализм** |«уголь и сталь» (~**XVI–XX** вв.)	*Позднеклассический* **индустриализм** |«нефть и пластик» (конец **XX** – начало **XXI** в.)	*Ранний* **постиндустриализм** |«углеводороды и композит» (**XXI** в. – …)
Доминирующий отраслевой ***уклад*** *для крупных аварий*	Горнорудная добыча	Каменноугольная промышленность	Нефтегазовая, химическая промышленность, энергетика	
Характерные ***примеры*** *известных* ***крупных аварий***	**1376** г. – обвал в руднике «**Rammelsberg**», г. Гослар, Германия (*> 100* погибш.); **1448** г. – затопление рудника «**Heilig-Kreuz-Stollen**», г. Швац, Австрия (*> 260* погибш.); **1565** г. – обвал в руднике «**Der Goldene Esel**», г. Злоты-Сток, Силезия (*> 95* погибш.)	**1866** г. – ш. **Oaks**, Барнсли, Англия (*361* погибш.); **1906** г. – ш. **Courrières**, Нор-Па-де-Кале, Франция (*1099* погибш.); **1907** г. – **Monongah**, ш. No. 6&8, Зап. Виргиния, США (*362* погибш.); **1942** г. – ш. **Honkeiko**, Маньчжурия, Япония (Китай) (*1549* погибш.); **1963** г. – ш. **Mitsui Miike**, Омута, Кюсю, Япония (*458* погибш.)	**1978** г. – **Сан-Карлос,** Испания, взр. пропилена (*215* погибш.); **1988** г. – взрыв на **Piper Alpha**, Северное море (*167* погибш.); **1984** г. – **Бхопал**, Индия, выбр. метилизоцианата (*>2тыс*. погибш.); **1989** г. – **Уфа**, СССР, взрыв ШФЛУ (*575* погибш.)	**2007** г. – ш. им. А.Ф. Засядько, Донецк, Украина (*101* погибш.); **2009** г.– **СШ ГЭС**, Хакассия, РФ (*75* погибш.); **2010** г.– нефт. платф. **Deepwater Horizon**, Луизиана США (*11* погибш.); **2010** г. –ш. «**Распадская**», Кузбасс, РФ (*91* погибш.); **2014** г. – ш. «**Soma**», Маниса, Турция (*301* погибш.)

В 1970-1980 гг. сложность и энергоемкость ОПО перерастает имевшийся инструментарий обеспечения надежности отдельных технических устройств. Сначала на Западе, а потом и в незападных странах происходят тяжелые КПА, – вот характерные примеры «именных аварий»:

− Стейтен Исланд (США, 1973 г., пожар с участием СПГ, погибло 40 чел.);,

− Потчефструм (ЮАР, 1973 г., утечка аммиака, погибло 18 чел.);

− Фликсборо (Великобритания, 1974 г., взрыв циклогексана, погибло 28 и травмировано 89 чел.);

− Декейтор (Иллинойс, США, 1974 г., взрыв пропана, погибло 7 и травмировано 152 чел.);

− Беек (Нидерланды, 1975 г., взрыв пропилена, погибло 14 и травмировано 107 чел.);

− Севезо (Италия, 1976 г., токсическое заражение от выброса диоксина, пострадало 30 чел., переселены 220 тыс. чел.);

− Уэстуэго, Галвестон и др. (США, декабрь 1977 г., 5 взрывов пыли за 8 дней на разных элеваторах, погибло 59 и 48 чел. ранены);

− Сан-Карлос (Испания, 1978 г, взрыв пропилена, погибло 215 чел.);

− Санта Круз (Мексика, 1978 г., пожар с участием метана, погибло 52 чел.);

− Ортуэлла (Испания, 1980 г., от взрыва пропана погиб 51 чел.);

− Бхопал (Индия, 1984 г., выброс метилизоцианата, погибло более 2 тыс. чел, стали инвалидами более 200 тыс. чел);

− Сан-Хуан-Иксуатепек (Мехико-Сити, Мексика, 1984 г., взрывы сжиженного нефтяного газа, погибло 644 чел., 7087 чел. травмированы);

− Арзамас (СССР, 1988 г., взрыв гексогена, погиб 91 чел., пострадали 1500 чел.);

− Piper Alpha (Северное море, 1988, взрыв газа на морской нефтедобывающей платформе, погибло 167 из 226 чел.);

− Уфа (СССР, 1989 г., взрыв ШФЛУ, погибли 575, ранены более 600 чел.).

Более подробные перечни известных промышленных аварий периодически публикуются и переобновляются в специальной литературе (например [15,84]), в открытых электронных интернет-энциклопедиях и базах данных, например: ARIA [85], FACTS [86], INRS [87], eMARS [88], ZEMA [89], CCPS [90], NTSB [91], JST [92], COSO [93], OSHA [94], EM-DAT [95], UNEP APELL [96]. Важно отметить, что данные о крупных авариях и катастрофах труднее скрыть или «зашумить» их информационные следы - сведения о них пересекаются и перепроверяются в различных источниках, даже если какие-то базы данных перестают обслуживаться, имеют искажения, неточности или разные поля значений.

Достаточно быстро выяснилось [27], что техногенная опасность КПА порождает в массовом сознании техногенные страхи перед промышленной деятельностью, подобные хорошо известному и изученному феномену радиофобии или «западного ядерного страха» [97]. В позднем индустриализме в контроле промаварийных страхов доминируют манипулятивные приемы массовым сознанием [98] с медиаобразами КПА, по сравнению с традиционными защитными орг-тех-мерами безопасности.

Современный вопрос о критериях отнесения промышленной аварии к крупной определяется не только абсолютным размером людских, материальных и

природных потерь, сколько масштабностью образа бедствия, конструируемого средствами массовой коммуникации. Например, мировые СМИ профессионально создали медиаобраз КПА с угрозой гибели и последовавшим «воскрешением» 33 горняков на чилийской меднорудной шахте Сан-Хосе 5.08.2010 г., хотя подобные аварии со спасением шахтеров не редкость[99,100,101,102,103].

В постсоветской пореформенной России проблема КПА открывается в новом измерении, не свойственном высокоразвитым гипериндустриальным странам, вытесняющим опасные производства с возможными КПА в зону быстро растущего индустриализма (развивающие страны «Большого Дальнего Востока» – Китай, Индия, Вьетнам и др.), где мощный научно-технический потенциал активно ищет способы предупреждения промышленных опасностей. В частности, уровень смертельного травматизма в китайской угледобыче сократился за 2000-2009 гг. с 5,86 до 0,86 смертей на 1 млн тонн добычи [104].

Для современной индустриальной России, прошедшей реформы 1990-х гг., постановка и решение проблемы КПА не имеет исторических аналогов в отечественной и зарубежной практике. По этическим и экономическим причинам России не удастся сбросить свои опасности КПА на страны третьего мира. Механистичное насаждение неолиберального опыта высокоразвитых стран по исключению энергоопасности КПА несостоятельно для незападных технических культур безопасности, – неадаптированные заимствования и имитации усиливают техногенные опасности. Западный опыт безопасности без соответствующей культурно-технической адаптации неприменим для незападных стран и во многом опасен в программах беспечного копирования. И наоборот, национальный опыт предупреждения промышленных аварий, записанный, например, в отечественных правилах безопасности, не пригоден для западной промышленной техносферы – слишком различаются состав и состояние отраслей промышленности и генерируемых ими опасностей промышленных аварий.

Индустриальная страна не может обойтись без подконтрольного ей промышленного базиса – т.н. станка материальной культуры [77]. Западный постиндустриализм – это не популярное замещение промышленного

производства сферой услуг, а расширение последней на базе роста промышленности в новых сетевых формах гипериндустриализма (подробнее см. в главе 2). Характерный для новой России взрывной рост сферы услуг на фоне деиндустриализации – тоже одна из форм современного постиндустриализма, «прогресса для тех, кто отстал». Индустриальное производство не исчезает в постиндустриальном обществе, как в свое время не исчезла аграрная культура в индустриализме. Не исчезают и промышленные опасности, становятся иными.

Крупные российские техногенные катастрофы XXI в. (Тайжина-2004, Ульяновская-2007, Юбилейная-2007, Саяно-Шушенская-2009, Конда-2009, Распадская-2010, Воркутинская-2013, Ачинск-2014, Северная-2016 и др.), обозначив текущее состояние утрат и перспективы регресса отечественной технической культуры, ставят новую общественную и научную задачу по предупреждению социальных и техногенных опасностей КПА. Успешность решения российской проблемы КПА впрямую определяет безопасность промышленного будущего современной России. Спектр опасных предпосылок для КПА очень широк – от сокращения прикладных научных исследований аварийных опасностей до нарушения воспроизводства кадров и растущего физического и морального износа основных фондов и технологического оборудования.

Новая угроза КПА времен развитого индустриализма не только в чувствительных масштабах абсолютных ущербов, но и в острой несоразмерности промышленных угроз с их восприятием массовым сознанием – от технофобий до социальных апатий. Традиционные индикаторы аварийности и травматизма (число аварий и несчастных случаев на объем производства, на число рискующих) для прогнозирования и предупреждения КПА стали малопоказательны. Требуется разработка индикаторов связывающих случайную величину ущербов от КПА и времени между ними в больших межотраслевых системах поднадзорных опасных производственных объектов.

В проблематике российских КПА готовые рецепты из западных учебников малопригодны – особенно опасны имитационные программы, что показал

российский опыт реформ деиндустриализации и технического регулирования. Уже не спасет и отдаляющийся советский опыт – слишком велики трансформации отечественного хозяйства и общества. В любом случае начинать придется с оценки прошлого, определения настоящего и прогноза будущего уровня техногенных и социальных угроз промышленных аварий, причем применительно именно к современной постиндустриальной России, а не к гипериндустриальному Западу или промышленно развивающемуся Китаю.

В стадии гипериндустриализма опасности КПА экспортируются из высокоразвитых стран в периферию «догоняющих» регионов. Большинство промышленно развитых стран прекратили собственную опасную подземную угледобычу, переключились на импорт угля и на другие энергоисточники (напр., Япония, Германия, Великобритания, Франция, Бельгия и др.).

Россия с начала 1990-х гг. реализовывала специфическую форму перехода индустриальной страны в постиндустриализм, посредством деиндустриализации. Наблюдавшийся при этом рост удельного числа и тяжести КПА – важный сигнал о беспромышленной опасности для нашей страны. В пределе КПА замедляют и пресекают промышленную деятельность, ведут к угасанию сначала технической культуры, а с ней и всего самобытного жизнеустроения индустриальной страны.

Любые аварии помимо трагического опыта генерируют новые знания – на аварийном изломе проступает устройство российских промышленных технико-социальных систем. Необходим специальный синтез научных и практических знаний для выработки адекватных способов предупреждения КПА в пореформенной промтехносфере, а также на «пусковых режимах» грядущей реиндустриализации. «Стихийную» тенденцию на спасение от бедствий требуется замещать технико-информационным пресечением постиндустриальных КПА. Предупреждать придется как собственно техногенные опасности таких аварий, так и информационное нагнетание массовых страхов перед угрозами «новой индустриализации» в программах безопасной модернизации российского промышленного производства.

1.5 Краткая ретроспектива углеводородных промышленных катастроф

Высокорисковые опасные производственные объекты, на которых обращаются ископаемые углеводороды – основные источники угроз крупных промышленных аварий (в первую очередь в нефтегазовой и угольной промышленности), история которых свидетельствует о существенном влиянии их тяжелых последствий на значительные изменения вектора технологического развития (и даже приостановления деятельности) для ключевых топливно-энергетических отраслей развитых индустриальных стран.

В контексте исследования аварийности и опыта предупреждения крупных аварий нефтегазовая промышленность по сравнению с угольной промышленностью относительно молода. В нефтегазовой сфере только начинает образовываться вал опасностей тяжелых аварий, которые для мирового углепрома в целом преодолены (угрозы тяжелых аварий – на ниспадающем тренде). Накопленный обширный опыт учета и расследования аварий при разработке твердых полезных ископаемых необходим для адаптированного использования и в других отраслях промышленности, в первую очередь в нефтегазовом комплексе. Основные межотраслевые особенности проблемы КПА наглядно выявляются в ретроспективе тяжелых техногенных катастроф в индустриальном зарождении, развитии, стагнации и реструктуризации мировой угледобывающей промышленности. В ближайшей перспективе угрозы КПА, доминировавшие в прошлом в углепроме, будут мигрировать в нефтегазовую сферу промышленного и постиндустриального производства. Для предупреждения будущих угроз в нефтегазовом комплексе важна общая ретроспектива мировых углеводородных промышленных катастроф, как история промышленных аварий с зарождения индустриальной культуры (культуры «угля и железа»).

Опасности крупных промышленных аварий зародились в колыбели индустриализации – горнодобывающей промышленности. К первым из известных подземных катастроф относятся обрушение в германском руднике «Rammelsberg» около г. Гослар в 1376 г. (погибло более 100 чел.), затопление австрийского

рудника «Heilig-Kreuz-Stollen» около г. Швац в 1448 г. (погибло до 260 чел.) и обвал 1565 г. в германском руднике «Der Goldene Esel» в Силезии у современного польского г. Злоты-Сток (погибло до 95 чел.). Самыми масштабными авариями промышленного XIX в. стали взрывы в английской угольной копи Окс в Барнсли 12 декабря 1866 г. (погиб 361 человек), пожар в чешском железном руднике Святая Мария в Пршибраме 31 мая 1892 г. (погибли 319 человек) и оползень отвала японского медного рудника Сумитомо Бесши у города Ниихама на о-ве Сикоку 28 августа 1899 г. (погибли 512 человек).

В Новое время история промышленного развития была запущена капиталистической индустриализацией. Философ кризиса индустриализма Освальд Шпенглер, автор широко известного произведения «Закат Европы» (1918-1922 гг.), в одной из своих последних работ «Человек и техника» (1931 г.) писал: «К началу XX в. … группа наций нордической крови под руководством англичан, немцев, французов и янки была хозяином положения. Их политическая власть покоилась на богатстве, а богатство заключалось в силе их промышленности, она, в свою очередь, была связана с углем. Наличие освоенных угольных шахт практически обеспечивало чуть ли не монополию германских народов и влекло за собой беспримерное во всей истории умножение населения. В местах добычи угля и в узловых точках путей сообщения собирались неслыханные человеческие массы …» [105].

Промышленная энергия угля и «неслыханные человеческие массы» образовали исходную среду для возникновения техногенных катастроф. Ископаемый уголь стал основной энергетической базой индустриализации, а угольная промышленность источником первыми КПА. И классическом и в позднем индустриализме «настоящим хлебом промышленности» был и остается уголь (как когда-то на Западе, в Японии, СССР, и сегодня в США, Китае и Индии). В период промышленной революции XVIII–XX вв. типичными промышленными бедствиями стали аварии в шахтах и рудниках – Mine disaster.

Одно из наиболее ранних упоминаний о групповой гибели шахтеров относится к 3 октября 1705 г., когда при взрыве в шахте «Gates head (Stony Flatt)»

в графстве Дарем на севере Англии погибли 30 человек. В том же районе при взрыве в шахте «Fatfield» 18 августа 1708 г. погибли 69 шахтеров. Из наиболее ранних известна авария в английской угольной копи Felling близ г. Гейтсхед, в которой 25 мая 1812 г. погибло 92 чел., причем 30 их них были дети и подростки в возрасте от 8 до 16 лет. Начиная с 1835 г. в угольных копях Великобритании, Германии (1867 г.), США (1869 г), Чехии (1885 г.) и Канады (1887 г.).

Знаковая технологическая катастрофа зафиксирована 16 января 1862 г. в английской угольной копи «Hartley» близ г. Нортумберленд. Массивный чугунный балансир паровой машины-насоса для откачки воды внезапно разрушился (вследствие дефектов литья и усталости металла), и обвалил верх ствола шахты своим обломком. Шахта работала с одним приточно-вытяжным вентиляционным стволом, разделенным на две половины вертикальной герметичной деревянной перемычкой, часть которой была разрушена обломком балансира. Вентиляция в шахте нарушилась и 204 шахтера (мужчины и подростки[1]) задохнулись. После аварии было введено законодательное требование об оборудовании всех шахт двумя стволами. Этот пример наглядно демонстрирует особенности формирования правил и норм безопасности в промышленности.

Английская угольная копь «Hartley» начинает в XIX в. отсчет крупнейших угольных аварий с гибелью более 200 чел. В середине-конце XIX в. в индустриальных странах, в основном Европы, произошло 11 таких катастроф (см. поз. 5 - 15 в табл. 4). С крупнейшими угольными авариями начинают XX в. Япония (шахта «Hokoku», 1899 г., 210 погибших) и США (шахта «Winter Quarters», 1900 г., 200 погибших). Всего в мире таких масштабных угольных аварий в XX в. было уже как минимум 41 (см. поз. 16 - 54 в табл. 4). В XXI в. трагический счет крупнейшим угольным катастрофам открывает Китай (шахта «Sunjiawan», 2005 г., 214 погибших).

---

[1] Британским Законом 1842 г. (The Mines Act of 1842) запрещалась работа в шахтах всех женщин и мальчиков младше тринадцати лет. Закон был принят через 5 лет после аварии в шахте «Huskar» (п. Силкстоун, Южный Йоркшир, 6.7.1838 г. При затоплении шахты утонули 15 мальчиков и 11 девочек возрастом от 7 до 17 лет (младшие работали дверовыми, а старшие – саночниками и коногонами). 14 более старших детей смогли выбраться на поверхность. Общественность была шокирована. Газета «Таймс» проиллюстрировала скандал, опубликовав изображения полуголых детей и женщин, работающих наравне с мужчинами.

табл. 4

Крупнейшие* аварии в угольных шахтах мира
в Новое и Новейшее индустриальное время (1705-2016 гг.)**

№	Число погиб-ших	Дата аварии	Угольная шахта, местоположение (город, район), страна	№	Число погиб-ших	Дата аварии	Угольная шахта, местоположение (город, район), страна
1.	30[1)]	1705 3 октября	Gateshead (Stony Flatt), Дарем, Англия	30	439	1913 14 октября	Universal Colliery, Сенгхенид, Уэльс
2.	69[2)]	1708 18 августа	Fatfield, Дарем, Англия	31	263	1913 22 октября	Stag Canyon No. 2, Дайсон, Нью-Мексико, США
3.	102[3)]	1835 г. 18 января	Wallsend, Нортумберленд, Англия	32	423	1914 28 ноября	New Yubari, Юбари, Хоккайдо, Япония
4.	53[2)]	1839 18 марта	Black Heath Coal, Ричмонд, Виргиния, США	33	687	1914 15 декабря	Houzyou, Mitsubishi Hojo, Кюсю, Япония
5.	204	1862 16 января	Hartley Colliery, Нортумберленд, Англия	34	432	1915	Zhongxing, Китай
6.	361	1866 12 декабря	Oaks Colliery, Барнсли, Англия	35	235	1916	Taisyou, Ямагути, Кюсю, Япония
7.	276	1869 2 августа	Freiherrlich von Burgker Coaln und Eisenhüttenwerke, Фрайталь, Саксония, Германия	36	376	1917 21 декабря	Onoura, Кирино, Кюсю, Япония
8.	207	1877 22 октября	Blantyre, Блантайр, Ланаркшир, Шотландия	37	917	1917	Tashan, Фушун, Манчжурия
9.	268	1878 11 сентября	Prince of Wales, Аберкорн, Монмутшир, Уэльс	38	217	1919	Benxihu, Китай
10.	200	1880	Renard, Сосновец, Польша	39	451	1920	Kailuan, Китай
11.	207	1889 3 июля	Verpilleux, Сент-Луисе, Франция	40	209	1920	Северная, Юбари, Хоккайдо, Япония
12.	235	1894 14 июня	Larisch, Карвина, Чехия	41	482	1928	Fushun, Китай
13.	278	1894 25 июня	Albion Colliery, Cilfynydd, Гламорган, Уэльс	42	271	1930 21 ноября	Grube Anna, Альсдорф Северный Рейн – Вестфалия, Германия
14.	+300	1895	Zhongxing, Китай	43	265	1934 22 сентября	Gresford Colliery, Рексем, Уэльс
15.	210	1899 15 июня	Hokoku, Итода, Кюсю, Япония	44	536	1935	Zichuan, Китай
16.	200	1900 1 мая	Winter Quarters 1 & 4, Скофилд, Юта, США	45	1549	1942 26 апреля	Honkeiko (Benxihu) Colliery, Бэньси, Ляонин, Манчжурия Япония (Китай)
17.	216[4)]	1902 19 мая	Fraterville, Брайсвилл, Теннесси США	46	405	1946 20 февраля	Zeche Monopol Schacht Grimberg ¾, Бергкамен, Рурская область, ФРГ
18.	1099	1906 10 марта	Courrières, Нор-Па-де-Кале, Франция	47	262	1956 8 августа	Bois du Cazier (Puits Saint-Charles) colliery, Марсинелле, Бельгия
19.	365	1907 20 июля	Hokoku, Итода, Кюсю, Япония	48	684	1960 9 мая	Laobaidong colliery, Датун, КНР
20.	362	1907 6 декабря	Monongah No. 6 & 8, Мононга, Западная Виргиния, США	49	437	1960 21 января	Coalbrook, Южная Африка
21.	239	1907 19 декабря	Darr, Ван Метер, Пенсильвания, США	50	299	1962 7 февраля	Luisenthal, Фёльклинген, земля Саар, ФРГ
22.	200	1908 27 февраля	Mina Rosita Vieja, Сан-Хуан-де-Сабинас, Коауила, Мексика	51	458	1963 9 ноября	Mitsui Miike, Омута, Кюсю, Япония
23.	271	1908 18 июня	Макарьевский (Рыковский) рудник, Юзовка (Донецк), Малороссия, Российская империя	52	268	1965 28 мая	Dhori colliery, Дханбад, Индия
24.	348	1908 12 ноября	Zeche Radbod Schacht ½, Бокум-Хёвель, Рурская область, Германия	53	237	1965 1 июня	Chikuho Yamano, Кюсю, Япония
25.	243	1909 5 августа	Onoura, Кирино, Кюсю, Япония	54	427	1972 6 июня	Wankie Colliery, Родезия (Зимбабве)
26.	259	1909 13 ноября	Cherry mine, Черри, Иллинойс, США	55	375	1975 27 декабря	Chasnala Sudamdih Colliery, Дханбад, Индия
27.	344	1910 21 декабря	Pretoria Pit, Вестотон, Англия	56	263	1992 3 марта	Incirharmani, Зонгулдак, Турция
28.	267	1912 ноябрь	Северная, Юбари, Хоккайдо, Япония	57	214	2005 15 февраля	Sunjiawan, Фусинь, Ляонин, КНР
29.	216	1912 декабрь	Северная, Юбари, Хоккайдо, Япония	58	301	2014 13 мая	Soma, Маниса, Турция

ПРИМЕЧАНИЯ и сноски к табл. 4:

* После 1861 года представлены известные особо крупные аварии с групповой гибелью более 200 чел., а с 1708 г до 1860 г – первые известные в Великобритании и США крупные аварии с групповой гибелью более 50 чел. и 100 чел.

** Составлено автором по данным открытых источников.
[1)] Первая известная в истории угледобычи Нового времени крупная промышленная авария;
[2)] Первая известная в истории угледобычи Великобритании и США аварии с гибелью более 50 человек;
[3)] Первая известная в истории угледобычи Великобритании авария с гибелью более 100 человек.
[4)] В перечень вошла авария 19 мая 1902 г. со взрывом на шахте «Fraterville» около Брайсвилл в штате Теннеси (США), когда по официальным источникам погибли 184 чел. Газеты в 1902 году сообщали, что около 216 тел было извлечено из шахты, но только 184 из них были идентифицированы. «Странствующие» шахтеры, погибшие в результате взрыва, не были включены в официальный список погибших, потому что их имена были неизвестны. Они погребены в простой безымянной могиле рядом с железнодорожной веткой, ведущей к шахте «Fraterville» (http://www.coalcreekaml.com/Legacy4.htm).

За все Новое и Новейшее индустриальное время (нач. XVIII – нач. XXI вв.) в мировом углепроме произошло не менее 53 аварий с гибелью более 200 чел. (7 из 180 мировых углекатастроф с гибелью более 90 чел. произошли в исторической России). Самые крупные – в оккупированной Японией Манчжурии (шахта «Honkeiko», 1942 г., 1549 погибших), во Франции (шахта «Courrières», 1906 г., 1090 погибших), в Манчжурии (шахта «Tashan», 1917 г., 917 погибших), в Японии (шахта «Mitsubishi Hojo», 1914 г., 687 погибших) и в Китае (шахта «Laobaidong», 1960 г., 682 погибших). Самая смертельная авария в отечественном углепроме произошла 18.06.1908 г. в Малороссии Российской Империи – тогда в аварии на шахте № 4-4 бис Макарьевского (Рыковского) рудника в Юзовке погиб 271 рабочий.

Чтобы оценить опасность, например, отечественных углеводородных катастроф необходимо задать меру – сравнить с мировыми тенденциями и уровнями угроз, сопоставить динамику частоты и тяжести отечественных аварий с темпами индустриализации и деиндустриализации (реструктуризации) в историческом масштабе, оценить направление и изменение вектора прошлых трагедий и грядущих угроз.

В период капиталистической индустриализации Нового времени, материально-энергетической базой которой послужил комплекс угля и железа, большинство КПА произошло в крупных угледобывающих странах того времени. Только в первые десять лет XX в. в мире произошли 22 угольные катастрофы с гибелью более ста человек – за исключением Мексики и Китая, все аварии пришлись на восьмерку лидеров угледобычи начала XX в. (см. табл. 5): США – 10 аварий, Великобритания – 4, Германия и Япония – по 2, Россия, Франция, Мексика и Китай – по 1. В те годы, когда Франция входила в пятерку мировых угледобытчиков, произошла ее единственная крупная авария, остающаяся самой смертельной угольной катастрофой в Европе – 10 марта 1906 г. в угольной шахте

«Courrières» в Нор-Па-де-Кале погибло 1099 человек. Заметим, что Франция находилась в нижней части табеля мировых угледобывающих стран по уровню смертельного травматизма (характерный среднегодовой диапазон тогда составлял 1-3 погибших на тыс. рабочих).

Хотя с 1875 по 1895 гг. в Бельгии произошло 4 крупных аварии с гибелью более 100 чел, считалось, что в конце XIX-го века эта страна опередила всех в отношении уменьшения числа несчастных случаев при горных работах [106]. Вместе с тем, развитие углепрома в Бельгии началось достаточно рано – с начала XVIII в. Например, в период между 1822 и 1829 гг. добыча угля в бельгийском районе Borinage провинции Эно удвоилась с 0,602 до 1,26 млн т, что превосходило добычу Франции и Германии вместе взятых в это же время [107].

табл. 5

Добыча угля и смертельный травматизм в некоторых угледобывающих странах в начале XX-го века

Занимаемое место в мире по добыче угля	Страна	Год	Объемы добычи угля, млн тонн*	Число смертельно пострадавших на 1000 рабочих** (в скобках указан год наблюдения)
1	США	1905	318,3	3,24 (1901 г.)***
2	Великобритания	1905	214,2	1,35 (1901 г.)
3	Германия	1905	157,7	2,34 (1901 г.)
4	Франция	1905	32,5	1,24 (1904 г.)
5	Австрия	1905	32,1	
6	Бельгия	1905	19,8	1,01 (1901-1904 г.)
7	Россия	1904	17,5	2,75 (1901 г.)***
8	Япония	1903	9,2	
9	Индия	1905	7,6	
10	Канада	1904	6,8	
11	Австралия	1905	6,8	
12	Венгрия	1904	5,9	
13	Испания	1905	2,9	
14	Трансвааль	1904	2,2	
15	Новая Зеландия	1905	1,4	
20	Мексика	1904	0,6	

* составлено автором по данным Энциклопедии Британника (11 издание, 1911 год). Там же в разделе «Уголь» энциклопедии несколькими строчками упомянута только французская авария на шахте «Courrières» в Нор-Па-де-Кале (10 марта 1906 г – 1100 погибших), хотя к 1911 году уже было известно не менее чем о 67 крупных угольных авариях (с гибелью более 100 чел.), причем 24 катастрофы с суммарным числом в 4283 погибших приходились на Великобританию.

** составлено автором по данным The Durham Mining Museum (UK), MSHA (USA) и Н.Д. Коцовского [106]

*** Для сравнения: в 1901 г. число погибших на 1 млн т добычи различались в США и России почти в 4,5 раза (5,95 и 26,54), хотя к тому времени в США уже была зафиксирована крупная авария с гибелью в 200 чел. (1.05.1900, шахта «Winter Quarters 1 & 4», Скофилд, Юта, США)

Уже в нач. XX в. распространенный индикатор среднегодового смертельного травматизма на число работающих слабо показывал опасность КПА. Это также

отражает малопригодность сходных параметров травматизма и для нефтегазового комплекса в качестве показателей опасности КПА.

За более чем 125 лет после первой большой угольной аварии 1812 г. к началу 1939 г. в мире произошло около 120 угольных катастроф (с гибелью более 90 чел.), из них в США – 34, в Британской империи – 33, в Японии – 13, в Германии и Польше – 13, в Китае – 12, во Франции и Бельгии – 9. В известном труде «Техника и цивилизация» (1934) [108] американский историк и философ техники Льюис Мамфорд едко называет эту эпоху как «угольная цивилизация» (здесь и далее цит. по [109]). Там же он определяет рудник, с его обесчеловеченным подземельем, как праформу капиталистической индустриализации. Тяжесть и специфика горняцкого труда – учебный пример жестокости становления капитализма. Пессимизм Мэмфорда зашкаливает: «Шахта – это только взрывы кругом, печаль, подавленность, изможденне, … что-то поистине безжизненное, зловещее». В пылу обличения Мэмфорд упускает, что энергия солнца, запасенная в угле, не только сеет смерть, но и дает тепло и жизненный уют. Шахтерский труд долгое время оставался типичным примером соработничества традиционного типа. С научно-техническим прогрессом безопасное жизненное пространство угледобычи интенсивно расширялось и углублялось. Но и в Новейшее индустриальное время граница безопасной угледобычи очерчена трагедиями угольных катастроф, происходивших, как правило, при экстенсификации углеразработок.

В первой трети XX в. (1900-1933 гг.) 25 из 64 катастроф (с гибелью более 90 чел.) пришлись на США, 11 – на Японию, 9 – на Китай, 8 – на Британскую империю, 7 – на Германию и Польшу, и по одной – на Францию, Мексику, Российскую империю и РСФСР. В сер. XX в. (1934-1966 гг.) зафиксировано 40 угольных аварии с гибелью более 90 чел., из них 9 – в Китае, 7 - в Японии, 6 – в Германии, по 3 – в США и Великобритании, по две – в Польше, Чехии, и Индии, и по одной – в Австрии, Бельгии, ЮАР, Югославии, УССР и РСФСР. В «затишье» 1967-1991 гг. мир поразили 14 угольных катастроф (более 90 погибших), из них 6

– в Китае, и по одной в Родезии, США, Мексике, Индии, Колумбии, Японии, Турции и в Боснии и Герцеговине.

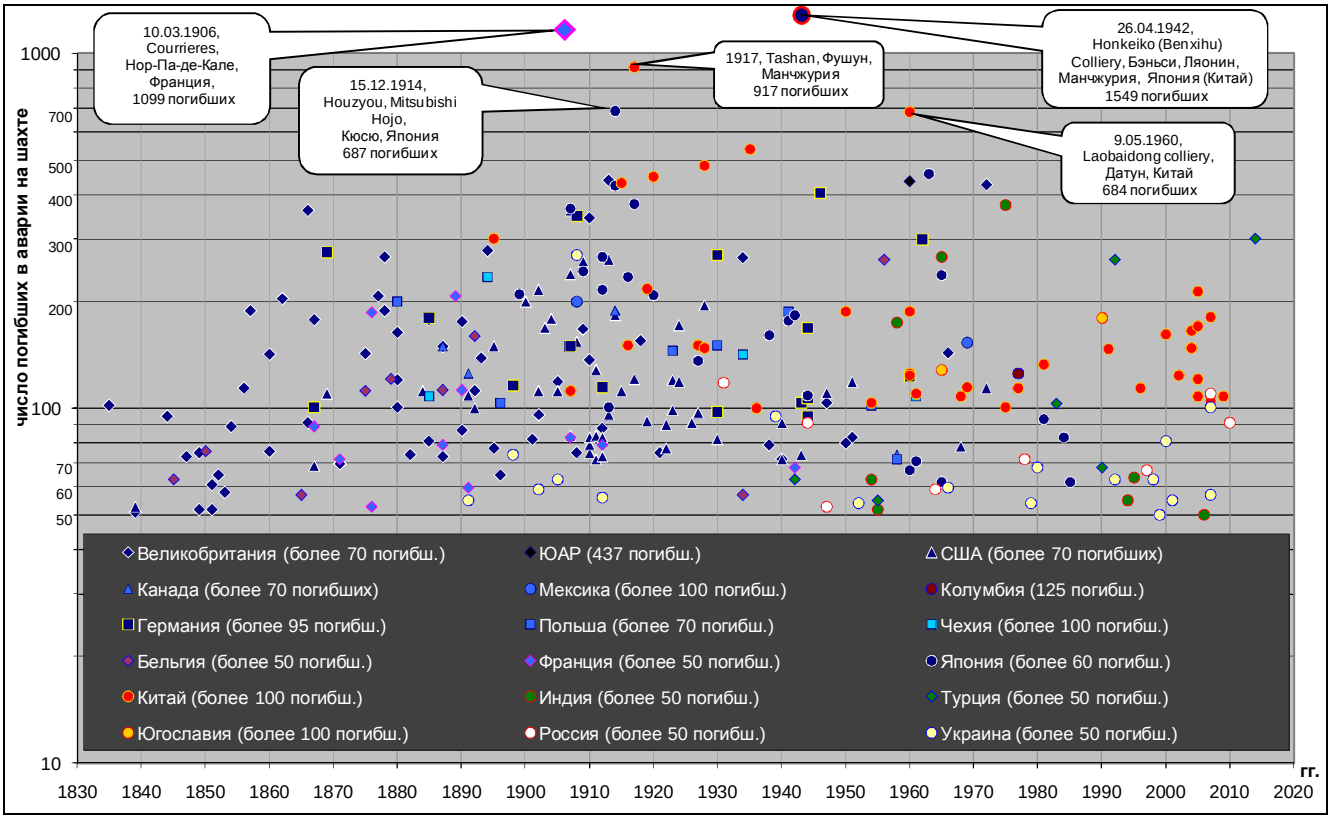


Рис. 4. Крупнейшие (до 100 погибших и более) аварии в шахтах угледобывающих стран в Новое и Новейшее индустриальное время (1835-1917 гг., 1918-2016 гг.).
/Составлено автором по данным открытых источников/

Трагический шлейф угольных катастроф сопровождает зарождение и становление промышленного прогресса высокоразвитых стран Запада и Японии (см. Рис. 4). На историческую арену угольных аварий индустриальные страны врывались с ростом объема добычи, и медленно уходили с модернизацией технологии или (и) исчерпанием «рентабельных/неопасных» ископаемых угольных запасов и сокращением доли подземной добычи. Более подробная ретроспектива угольных катастроф Великобритании, США, Германии, Польши, Японии, Китая, Индии и Турции представлена в авторском исследовании в [110].

Во многом сходное положение по возникновению и состоянию проблемы КПА наблюдалось и в мировом нефтегазовом комплексе: см. табл. 6, составленную автором по данным открытых источников, в т.ч. [84, 88, 95, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118].

табл. 6

Крупнейшие аварии (с гибелью более 25 чел.) в мировом нефтегазовом комплексе в Новейшее индустриальное время (1917-2016 гг.)

Дата происшествия Год/Месяц/День/	Страна	Место	Тип происшествия	Опасное вещество	Погибло, чел.	Пострадало, чел.
2008/01/07/	Корея	Icheon	Пожар	Газ	40	10
2006/05/12/	Нигерия	Lagos City	Взрыв	Нефть	260	60
2000/07/10/	Нигерия	Adeje, Warri	Взрыв	Нефть	250	
1998/10/17/	Нигерия	Jesse, Niger Delta	Взрыв	Газойл	1000	
1997/09/15/	Индия	Visakhapatnam	Взрыв	СУГ	60	100
1995/04/28/	Корея	Taegu	Взрыв/ выброс	СУГ	101	104
1994/11/02/	Египет	Donca	Пожар	Нефть	410	
1994/12/28	Венесуэла		Взрыв	Нефть	50	10
1993/12/28/	Венесуэла	Las Tejerias	Взрыв	Газ	36	
1993/11/01/	Вьетнам	Nam Khe	Взрыв/ выброс	Углеводороды	47	48
1993/01/11/	Китай	Baohe	Взрыв	Газ	70	
1993/08/04/	Колумбия	Remeios	Выброс	Нефть	430	
1993/01/07/	Корея	Chongju	Пожар	СУГ	27	50
1992/04/22/	Мексика	Guadalajara	Взрыв	Газойл	206	1460
1992/08/08/	Турция	Corlu	Взрыв	Метан	32	64
1991/09/24/	Тайланд	Bangkok	Взрыв	Газ	63	
1990/11/06/	Индия	Nagothane	Взрыв	Этан/ Пропан	31	22
1990/11/05/	Индия	Maharashtra	Взрыв	Газ	35	
1989/06/04/	СССР	Siberia	Взрыв	СУГ	645	706
1988/07/06/	Великобритания	Piper Alpha	Взрыв	Газ	165	
1988/11/11/	Индия	Bombay	Пожар	Нефть	35	16
1988/01/22/	Китай	Shanghai	Взрыв	Углеводороды	25	17
1987/12/12/	Индия	Maharashtra	Пожар	Нефть	25	23
1985/11/01/	Индия	Padaval	Пожар	Газойл	43	82
1984/11/19/	Мексика	San Juan Ixhuatepec	Взрыв	СУГ	650	6400
1984/02/24/	Бразилия	Cubatao	Пожар	Газойл	508	221
1984/12/01/	Пакистан	Gahri Dhoda	Взрыв	Газ	60	
1984/8/16/	Бразилия	Campos Basin	Взрыв	Бензин	36	17
1983/09/29/	Индия	Dhulwari	Взрыв	Газойл	41	100
1983/08/31/	Бразилия	Pojuca	Пожар	Газойл	42	100
1982/12/19/	Венесуэла	Tacoa, Caracas	Пожар	Нефть	150	500
1982/02/15/	США	Grand Banks	Пожар	Нефть	84	
1982/05/25/	Италия	Todi	Взрыв	Газ	34	140
1980/11/29/	Испания	Ortuella	Взрыв	Пропан	51	
1980/--/--/	США	Alaska	Пожар	Нефть	51	
1979/--/--/	США	Galveston Bay	Взрыв	Нефть	32	
1979/--/--/	Тринидат	Caribbean	Пожар	Нефть	26	
1979/01/08/	Ирландия	Banty Bay	Пожар	Нефть	50	
1979/06/03/	Тайланд	Phangnaga	Взрыв	Нефть	50	15
1978/02/11/	Мексика	Poblado Tres	Взрыв	Газ	40	32
1974/--/--/	Румыния	Pitesti	Взрыв	Этилен	100	
1974/11/03/	Япония	Tokyo Bay	Взрыв	Нефть	33	
1973/02/10/	США	Staten Island	Взрыв	СПГ	40	
1972/03/30/	Бразилия	Rio de Janeiro	Взрыв	Бутан	37	53
1972/09/21/	Бразилия	Duque de Caxias	Взрыв	Бутан	37	53
1971/06/26/	Польша	Czechowice	Взрыв	Нефть	33	
1970/--/--/	Иран	Agha Jari	Взрыв	Газ	29	10
1954/--/--/	Германия	Bitburg	Пожар	Нефть	32	16
1944/10/20/	США	Cleveland	Пожар	СПГ	128	300
1933/02/10/	Германия	Neunkirchen	Взрыв	Газ	65	

Европейский срез учитываемых крупных аварий в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за последние 30 лет представлен на Рис. 5.

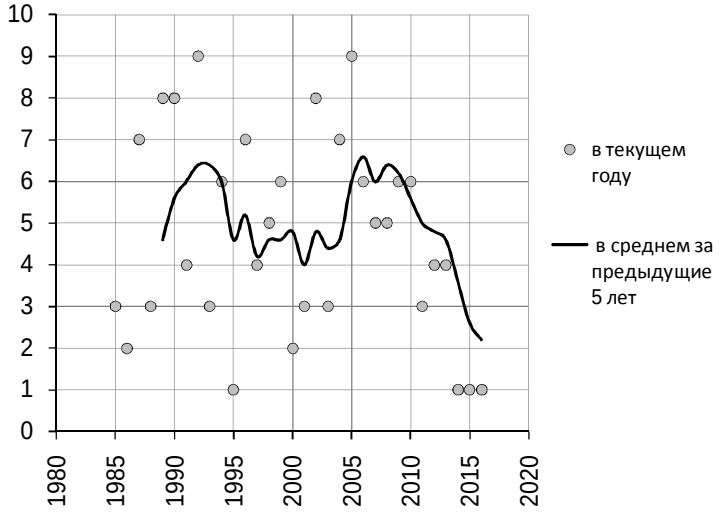


Рис. 5. Число крупных аварий в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Европы (в границах стран Европейского союза) /составлено автором по данным [88]/

Из особенностей проблемы КПА в нефтегазовом комплексе по сравнению с угледобывающей промышленностью (ср. данные табл. 4 и табл. 6) важно отметить более поздний период возникновения КПА, а также смещение акцента их основной опасности с групповой гибели людей на масштаб материальных потерь. Это подтверждают и характерные примеры наиболее известных КПА в разные периоды индустриализма (см. выше Табл. 3). Главные результаты ретроспективного исследования проблемы КПА в угольной промышленности весьма полезны и для нефтегазового комплекса, который сталкивается с возрастанием угроз КПА с некоторым опозданием, что позволяет более основательно подготовится к предупреждению перерастания промышленных опасностей в угрозы КПА в нефтегазовом комплексе, обеспечить его безопасное развитие в нашей стране на долгосрочную перспективу (см. подробнее главу 4).

Для российского нефтегазового комплекса очень важен трагический опыт КПА, накопленный в отечественной угледобыче. Кратко затронем этот вопрос в ретроспективе угольных катастроф в исторической России.

С 1855 года начинается официальная регистрация добычи отечественных полезных ископаемых в исторической России (Российская империя, СССР,

Российская Федерация, Украина, Республика Казахстан). В этот год добыча угля в Российской империи составила 0,155 млн т. К началу XX века добыча угля возросла в сто раз с 0,121 млн т в 1860 г. до 12 млн т в 1900 г., а в 1916 г. достигла своего имперского максимума в 34,5 млн т. Основная угледобыча тогда велась в Донбассе (так в 1913 г. на территории современной Украины было добыто 22,8 млн т, России – 6 млн т, Казахстана – 0,09 млн т угля).

Горное дело, сопряженное с величайшими опасностями, вызывает со стороны государства особые заботы об ограждении жизни и здоровья горнорабочих [119]. Статья 82 главы 11 Устава Горного возлагала на чинов правительственного горного надзора следить за безопасностью горных и горнозаводских рабочих [106]. Так на Горные управления Высочайшим утверждением 21 декабря 1892 г. возлагался надзор за соблюдением Правил безопасности горных и заводских работ. Систематические данные о несчастных случаях на горных заводах и промыслах публиковались в ежегодно издававшемся «Сборнике статистических сведений о горнозаводской промышленности России». Например, за 1880-1889 годы в горнозаводской промышленности Российской империи среднегодовой уровень смертельного травматизма составлял 0,53±0,05 погибших на 1 тыс. горнорабочих (цит. по [119]). Иную точку зрения имели российские энциклопедисты. Так А. Яновский в энциклопедической статье «Горнорабочие» пишет [119]: «Насколько эти официальные данные далеки от истины, о том свидетельствует д-р Бертенсон, командированный в 1891 г. на Урал для осмотра врачебно-санитарной части заводов (Горный журнал, 1892, №2) … По данным Бертенсона в 1888-89 гг. получаются для всех заводов Урала цифры в 4 раза большие». Скептические замечания о недостоверности официальной статистики редко преследуют цель предупредить реальные опасности. Даже точно определенный «незаниженный», но усредненный по всей горнозаводской промышленности уровень смертельного травматизма не указывает, где сосредоточенна опасность, в каких горных промыслах необходимо активнее упреждать ее трагические проявления.

Более поздние статистические данные начала XX-го века уже вполне четко указывают на высокую опасность смертельного травмирования людей в каменноугольных рудниках. Так в 1901 году уровень смертельного травматизма достигал в них 2,75 погибших на 1000 рабочих, тогда как на нефтяных промыслах он составлял – 1,7; на каменоломнях – 1,11; на металлических рудниках – 0,75; на золотых и платиновых промыслах – 0,39 (см. [106]). К обычным горным опасностям обрушений и затоплений в угольных шахтах добавлялись взрывы и пожары. С оглядкой на западный опыт промышленное развитие несло и угрозу крупных угольных аварий.

В Российской империи первые серьезные выделения рудничного газа наблюдались в Рыковских и Макеевских копях Донбасса уже с 1878 г. В 1888 г. профессора Д.И. Менделеев и С.А. Пржибытко сделали первый анализ суфлярного газа из шахты «Капитальная» (Макеевка). В 1890 г. два адъюнкт-профессора Горного института из Петербурга Н.Д. Коцовский (автор работы «О несчастных случаях на рудниках в России», учитель А.А. Скочинского) и Н.С. Курнаков (будущий академик Петербургской академии наук и АН СССР) провели первое обследование каменноугольных шахт Донбасса для выяснения степени их опасности в отношении рудничного газа и пыли. Уже тогда было обнаружено усиленное выделение газа из угольных пластов по трещинам (суфляр[1]) при неадекватном проветривании шахт. Угроза крупных угольных аварий начала реализовываться смертельными шахтными катастрофами. В конце XIX века в Малороссии произошли первые большие аварии с взрывом рудничного газа: 28 марта 1889 г. на Корсунской копи № 1 в Горловке погиб 31 человек; 4 января 1891 г. в шахте №14 Рыковских копий (Юзовка, современный Донецк) погибло 55 шахтеров; 3 января 1898 г. в шахте «Иван» (Макеевка) погибло 74 шахтера.

Специальные министерские Комиссии, обычно учреждавшиеся после крупных донецких аварий, обнаруживали серьезные упущения государственного

[1] К суфлярам (франц. soufflard, от souffler — дуть) принято относить газовыделение, превышающее 1 *м*^{3}*/мин* на участке выработки меньше 20 *м.* (БСЭ)

рудничного надзора. Например, согласно § 57 Инструкции по надзору за частной горной промышленностью «*в копях, в которых покидающая рудник струя воздуха содержит не более 1% метана, требуется на одного задолженного рабочего доставлять в рудник не менее 2 ½ куб. метров чистого воздуха*», если 1-2% метана, то 3 куб. м, а если более 2%, то не менее 4 куб. м воздуха[1]. Комиссия (проф. Коцовский, горн. инженеры Кулибин и Фрезе) в течение 1898 года не нашла ни одной газовой угольной копи в Донецком бассейне, удовлетворяющей требованиям § 57 Инструкции. В 1901 году такая же Комиссия (проф. Коцовский, проф. Терпигорев, инж. Мамонтов) установила исполнение § 57 Инструкции только на пятой части тех же донецких копей, а Комиссия 1905 г (действ. статс. сов. Урбанович, проф. Коцовский, горный инж. Скочинский) – уже на 13 из 26 обследованных копий. Однако уже к тому времени стало понятно, что необходимо устанавливать требование к количеству подаваемого воздуха непосредственно в забой, а не в шахту в целом. Из 40 опрошенных А.А. Скочинским десятников, только пятеро обнаружили ясное представление о свойствах гремучего газа и умение правильно обращаться с индикаторными лампами и анемометрами. Темпы предпринимаемых мер безопасности и повышения исполнительской дисциплины отставали от роста угроз угольных катастроф (см. табл. 7). Данный пример наглядно показывает особенности формирования отечественных норм безопасности – первоначальное заимствование западных подходов с последующей корректировкой по результатам расследований происшедших аварий. Если аварий немного, то правила безопасности остаются «международными», но если они не срабатывают, то нормы превращаются в сугубо российские.

Самая крупная угольная авария в отечественной истории произошла 18 июня 1908 года, когда после взрыва в шахте № 4–4 бис Макарьевского (Рыковского)

---

[1] §223 Правил для ведения горных работ в видах их безопасности (утв. Минторгпромом 31.09.1911) помимо этого требовал, что «содержание гремучего газа в общей исходящей струе не должно превышать 1 %» . Позже §118 Правил безопасности в каменноугольной и сланцевой промышленности (утв. пр. №497/а НКТП СССР от 23/IX 1939 г.) устанавливал, что количество свежего воздуха, поступающего в газоопасные «шахты должно рассчитываться таким образом, что бы содержание метана ... не превышало … в общей исходящей струе шахты – 0,75%». Данное требование осталось в §183 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (утв. Госгортехнадзором СССР 26.12.1972) и в п. 268 Правил безопасности в угольных шахтах (утв. Госгортехнадзор России от 5 июня 2003 года № 50).

рудника (Юзовка, современный Донецк) погиб 271 человек[1]. Почти через четверть века в индустриализующемся СССР и через сто лет в деиндустриализующихся Украине и России произошли последующие крупные угольные аварии с гибелью более 90 чел.:

- 10 февраля 1931 г. в шахте №8 (Черногорск) погибло 118 человек;
- 19 мая 1939 г. в шахте №13-бис (Ханженково) погибло 95 человек;
- 16 февраля 1944 в шахте «Байдаевская» (Сталинск, Новокузнецк) погиб 91 шахтер;
- 19 марта 2007 г. в шахте «Ульяновская» (Красносулинское) погибло 110 человек;
- 18 ноября 2007 в шахте «Имени А.Ф. Засядько» (Донецк) погиб 101 шахтер;
- 8-9 мая 2010 в шахте «Распадская» (Междуреченск) погиб 91 шахтер.

С конца XIX по начало XXI века в Российской империи, СССР, России, Украине и Казахстане включая шесть упомянутых самых крупных катастроф произошло не менее[2] 36 угольных катастроф с гибелью более 40 чел.: 7 аварий – в Российской Империи, 17 – в СССР (РСФСР – 8, УССР – 6 и КазССР – 3), 6 – на Украине, 5 – в Российской Федерации, 1 – в Казахстане. Только в этих авариях были смертельно травмированы более 2,6 тыс. чел. (табл. 7). За этот же период в 233 известных крупных угольных авариях (с гибелью 5 и более человек) погибло не менее 5,3 тыс. чел.

За последние 125 лет (1890-2015 гг.) на территории в границах бывшего СССР добыто не менее 39,3 млрд т ископаемого угля (максимальная ежегодная добыча в 771,8 млн т была в СССР в 1988 г.) и произошли одна катастрофическая (более 200 погибших), три очень крупных (100-200 погибш.) и 26 особо крупных (50-100 погибш.) аварии, в которых были смертельно травмированы не менее 2296 чел. Всего за этот период в 138 известных крупных промышленных авариях (с гибелью 10 и более человек) погибло не менее 4664 чел.

---

[1] В те времена большинством рудников владели иностранцы, которые «не подлежали ответственности» перед законами России. По приговору суда 2 декабря 1909 г. по делу о гибели 271 рабочего при взрыве на Макарьевском руднике в июне 1908 г. технический директор Екатериновского горнопромышленного Общества, французский гражданин Диран был приговорен к четырем месяцам тюрьмы, т.к. «*нес верховный надзор на Рыковских копях, как за работами, так и за служебным персоналом; что вопреки мерам, ограждающим безопасность работ, он отдавал приказания об увеличении количества выработок, о сокращении леса для правильного ведения вентиляции и тем способствовал появлению взрыва 18 июня 1908 г.; что, опускаясь в шахту, он, как горный инженер, не мог не замечать всех дефектов вентиляции, которые впоследствии и послужили причиною взрыва, и тем не менее не принимал никаких мер для предотвращения его*» (ГАРО, ф. 41, оп. 1, д. 967, лл. 86-90.).

[2] Сегодня за рубежом распространено мнение, что и в царские, и в советские годы удалось скрыть факты многих аварий на угольных шахтах (см., например, http://www.uwgb.edu/dutchs/EnvirGeolNotes/MineDisasters.HTM). В каком то смысле это находит подтверждение в скудности доступных сведений о крупных авариях в Донбассе вплоть до 1960-х гг. Подробнее см. в [110].

табл. 7

Крупные аварии с групповой гибелью более 40 чел.
на угольных шахтах на территории в границах бывшего СССР (конец XIX – начало XXI вв.)*

№	Число погиб-ших	Дата аварии	Угольная шахта, местоположение (город, район), республика, страна	№	Число погиб-ших	Дата аварии	Угольная шахта, местоположение (город, район), республика, страна
1	55	1891 4 января	№14 Рыковских копий, Юзовка (Донецк), Малороссия, Российская империя	19	48	1961 2 августа	№ 18-бис, Караганда, КазССР, СССР
2	74	1898 3 января	«Иван», Макеевка, Малороссия, Российская империя	20	59	1964 20 февраля	«Капитальная», Копейск, Челябинская обл., РСФСР, СССР
3	61	1898	№ 1 Горловского рудника Корсунская копь № 1, Горловка, Малороссия, Российская империя	21	60	1966 май	«им. Димитрова», Димитров, Донецкая обл., УССР, СССР
4	62	1902 14 декабря	Анненский рудник Успенского, Юзовка (Донецк), Малороссия, Российская империя	22	72	1978 20 февраля	«Сакурская», Караганда, КазССР, СССР
5	63	1905 4 июля	«Иван», Макеевка, Малороссия, Российская империя	23	54	1979 10 апреля	«Молодогвардейская», Молодогвардейск, Луганская обл., УССР, СССР
6	271	1908 18 июня	Макарьевский (Рыковский) рудник, Юзовка (Донецк), Малороссия, Российская империя	24	68	1980 26 апреля	«Горская», Горское, Луганская обл., УССР, СССР
7	56	1912 1 марта	«Итальянка», Макеевка, Малороссия, Российская империя	25	63	1992 9 июня	«Суходольская-Восточная», Суходольск, Луганская обл., Украина
8	118	1931 10 февраля	№8, Черногорск, Хакасская АО, РСФСР, СССР	26	67	1997 2 декабря	«Зыряновская», Новокузнецк, Российская Федерация
9	95	1939 19 мая	№13-бис, Ханженково, УССР, СССР	27	63	1998 4 апреля	«Имени академика А.А. Скочинского», Донецк, Украина
10	91	1944 16 февраля	«Байдаевская», Сталинск (Новокузнецк), РСФСР, СССР	28	50	1999 24 мая	«Имени А.Ф. Засядько», Донецк, Украина
11	89	1945 1 мая	шахта № 20 им. Жданова (им. Кирова), КазССР, СССР	29	80	2000 11 марта	«Имени Н.П. Баракова» Суходольск, Луганская обл., Украина
12	53	1947 11 сентября	«Северная», Кемерово, РСФСР, СССР	30	55	2001 19 августа	«Имени А.Ф. Засядько», Донецк, Украина
13	56	1948 5 сентября	шахта № 20 треста «Болоховуголь», Киреевск, РСФСР, СССР	31	47	2004 10 апреля	«Тайжина», Осинники, Кемеровская обл., Российская Федерация
14	50	1950 21 января	№ 11 Норильского комбината МВД СССР	32	41	2006 20 сентября	«Имени В.И. Ленина», Шахтинск Карагандинская обл., Казахстан
15	48	1950 12 октября	«Имени 7-го ноября», Ленинск-Кузнецк, Кемеровская область, РСФСР, СССР	33	110	2007 19 марта	«Ульяновская», Красносулинское, Кемеровская обл., Российская Федерация
16	50	1952 30 августа	«Мушкетовская-Вертикальная», Донецк, УССР, СССР	34	39	2007 25 мая	«Юбилейная», Новокузнецк. Кемеровская обл., Российская Федерация
17	54	1952 н/д	№ 1-1 бис, Макеевка, УССР, СССР	35	106	2007 18 ноября	«Имени А.Ф. Засядько», Донецк, Украина
18	44	1955 4 августа	«Имени В.И. Ленина», Кизел, РСФСР, СССР	36	91	2010 8-9 мая	«Распадская», Междуреченск, Кемеровская обл., Российская Федерация

* Составлено автором по данным открытых источников. В перечень включена крупная угольная авария с гибелью 39 человек на шахте «Юбилейная» 25 мая 2007 г.

В исторических координатах мировой промышленной добычи ископаемого угля отечественный углепром занимает достаточно крепкие и безопасные позиции. По продолжительности индустриальной угледобычи историческая Россия находится на пятом месте (~120 лет) после Великобритании (~300 лет), США (~185 лет), Германии (~155 лет) и Польши (~135 лет), а по объемам

суммарной добычи (~40 млрд т) – на третьем после США (~74 млрд т) и Китая (~70 млрд т). По удельной (к объемам подземной добычи) смертности в значительных шахтных авариях историческая Польша[1] и Россия демонстрируют относительно безопасный уровень добычи за все время индустриального развития. Наиболее смертельную историю подземной угледобычи имеют Япония, Турция и Великобритания, затем следуют Германия, США, Китай и Индия (см. табл. 8 и Рис. 4).

табл. 8

Угледобывающие страны мира в XIX-XXI вв.: масштабы добычи, количество смертельных катастроф в шахтах и число погибших в них (составлено автором по данным открытых официальных источников)

Страна, территория стран (в порядке продолжительности промышленной угледобычи)	Период промугледобычи		Суммарная добыча, млрд т			Смертельная тяжесть аварии, число погибших	Количество известных смертельных аварий	Погибло в авариях, чел.
	Лет	Годы	Всего	в том числе способом: подземным	в том числе способом: открытым			
Великобритания	300	1700-2000	20.3	19,5	0,8	от 60 от 100 от 200 от 300 от 400	56 29 8 3 1	7487 5390 2366 1114 439
США	185	1830-2015	73.6	43.8	29.8	от 25 от 60 от 100 от 200 от 300	123 54 26 5 1	8968 6354 4159 1323 362
Германия	155	1860-2015	35	9*	26**	от 95 от 200 от 300 от 400	16 5 2 1	2597 1599 753 405
Польша	135	1880-2015	13.3	10.4*	2.9**	от 25 от 60 от 100 от 200	15 7 6 1	1222 961 889 200
Российская Империя, СССР, РФ, Украина, Казахстан	125	1890-2015	39.4	22.7	16.7	от 25 от 60 от 100 от 200	69 19 4 1	3600 1704 605 271
Япония	90	1900-1990	2.6	2.6	н/д	от 60 от 100 от 200 от 300 от 400 от 600	24 18 12 5 3 1	5231 4793 3926 2309 1568 687
Турецкая Республика	92	1923-2015	2.1	0.4*	1.7**	от 25 от 60 от 100 от 200	8 4 3 2	893 730 667 564
Республика Индия	68	1947-2015	13	-	-	от 25 от 60 от 100 от 200 от 300	11 5 3 2 1	1200 945 818 643 375
Китайская Народная Республика	66	1949-2015	69	66*	3**	от 100 от 200 от 600	25 2 1	3957 898 684

*- суммарная добыча каменного угля (как правило, производится подземным способом)
** - суммарная добыча бурого угля (как правило, производится открытым способом)

[1] С 1815 по 1915 гг. Царство Польское (польск. Królestwo Polskie) находилось в унии с Российской империей. После Первой мировой войны 11 ноября 1918 г. Польша обрела независимость от РСФСР

Из табл. 8 видно, что опасность КПА не может быть адекватно оценена безотносительно масштаба производственной деятельности. Подробнее ретроспектива советского периода угледобычи и угольных катастроф представлена в авторском исследовании в [110].

Важный выводов из отечественного опыта углешахтных КПА, пригодный для российского нефтегазового комплекса, состоит в том, что острота восприятия КПА в контексте основных угроз смещается от групповой гибели людей к масштабу материальных потерь и репутационному ущербу. Уникальность и редкость отдельных КПА, особенно в нефтегазовом комплексе, ограничивает применение для оценки их опасности традиционных показателей аварийности и травматизма. Более пригодным индикатором опасности КПА может служить условное число КПА в отдельных отраслях нефтегазового комплекса – репутационный показатель угрозы КПА, агрегирующий опасность коллективного поражения людей, размер аварийного ущерба и масштаб производственной деятельности.

На основании предложенной риск-ориентированной модели структуры опасностей современных КПА (см. ф-лу (1) выше) может быть получен показатель апостериорной оценки опасности КПА – условное числом $N_{\text{КПА}}^{\text{М}}$ – более наглядно и доступно характеризующее репутационные потери от КПА:

$$N_{\text{КПА}^{\text{М}}} = \frac{\text{С}/Z_{\text{С}} + \text{П}/Z_{\text{П}} + \text{У}/Z_{\text{У}}}{\text{М}} \qquad (2)$$

где С – смертельные потери от КПА;
П – потери пострадавших от КПА;
У – материальный ущерб от КПА;
$Z_{\text{С}}$ – условная крупность аварии по числу погибших;
$Z_{\text{П}}$ – условная крупность аварии по числу пострадавших;
$Z_{\text{У}}$ – условная крупность аварии по материальному ущербу;
М – масштабность производственной деятельности.

В отличие от простого числа обычно учитываемых крупных аварий, условное число $N_{\text{КПА}}^{\text{М}}$ несет информацию о тяжести КПА с учетом изменения ее восприятия в массовом сознании (оценивается соответствующими коэффициентами Z_{i}.в ф-ле (2)). Например, если принять, что условная крупность аварий в европейской нефтехимической и нефтеперерабатывающей

промышленности составляет по числу погибших Z_C=5 чел., по числу пострадавших $Z_П$=50 чел. и по материальному ущербу $Z_У$=400 тыс. евро, то динамика условного числа $N_{КПА}$ (Рис. 6) будет существенно отличаться от стандартной (см. выше Рис. 5).

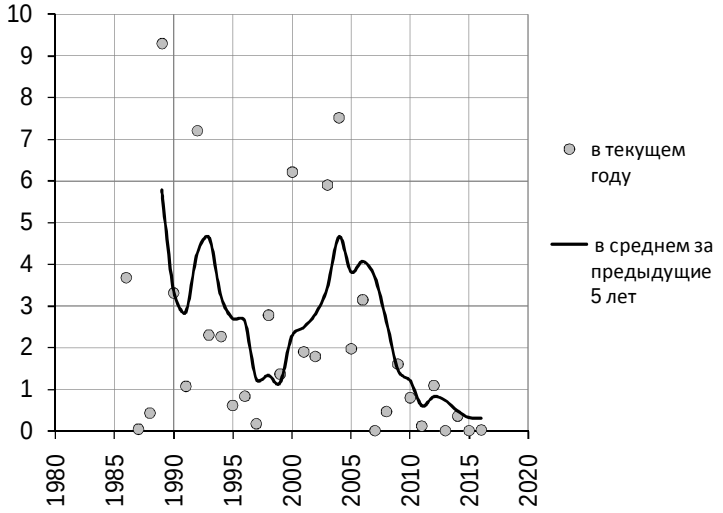


Рис. 6. Условное число крупных аварий (Z_C=5 чел., $Z_П$=50 чел., $Z_У$=400 тыс. евро) **в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Европы (в границах стран Европейского союза)** /составлено автором по данным [88]/

На Рис. 6 более отчетливо прослеживаются периоды «ремиссии» крупной аварийности в европейской нефтепереработке: середина-конец 1980-х гг., конец 1990-х гг., конец 2000-х гг., середина 2010-х гг. Эти малоаварийные периоды примечательны латентным вызреванием угроз КПА, уже трагически проявившимися в начале-середине 1990-х гг., в начале-середине 2000-х гг. С точки зрения предупреждения КПА более проблематичны именно длительные периоды «ремиссии», усыпляющие организационно-техническую бдительность в обеспечении промышленной безопасности.

Несколько иная картина проявления опасностей КПА наблюдалась в мировом нефтегазовом комплексе в целом в 1950-2010-х гг. В табл. 6 выше представлены только КПА с гибелью более 25 чел. В базах первичных источников [84, 88, 95, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118] содержатся сведения и о других учитываемых КПА. Анализ этих данных позволяет маркировать типовую КПА таким образом, что условная крупность аварий в мировом нефтегазовом комплексе оценивается по числу погибших Z_C=25 чел., по числу пострадавших

$Z_П$=125 чел. и по материальному ущербу $Z_У$=400 тыс. евро. Динамика условного числа $N_{КПА}$ с таким допущениями представлена на Рис. 7.

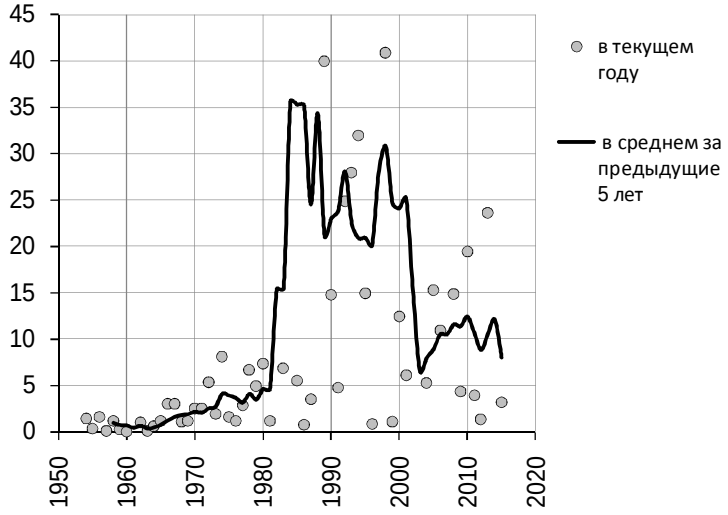


Рис. 7. Условное число крупных аварий ($Z_С$=25 чел., $Z_П$=125 чел., $Z_У$=400 тыс. евро) **в мировом НГК** /составлено автором по данным [84, 88, 95, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118]/

Из Рис. 7 видно, что проблема КПА в мировом НГК латентно вызревала в 1960-1970-х гг. и угрожающе обострилась в 1980-1990-е гг. Некоторая стабилизация обозначилась лишь в 2000-2010-х гг. Сравнение данных Рис. 6 и Рис. 7 дополнительно подтверждает, что проблема КПА в НГК перемещается в основном в страны БРИКС и является весьма актуальной для современной России, несмотря на ниспадающие общемировые и европейские тренды (см. также Рис. 3 выше.

Историческая Россия имеет обширный опыт КПА (преимущественно в добывающих и топливных отраслях промышленности) – и в прединдустриальный период, и в жаркий индустриальный и в наступившие времена деиндустриализации и поиска выхода в постиндустриализм. Ранее всегда в этом сложном процессе важное место занимало отечественное научное знание об опасностях модернизации российской техносферы. В реформы наблюдалась его острая нехватка – чему свидетельствовали уникальные промышленные аварий на фоне деиндустриализации отечественного хозяйства. Научно-техническое исследование причин и последствий происшедших в реформы КПА – реальный источник новых знаний для инноваций отечественной промышленности.

Ретроспектива зарубежных и российских КПА выявляет отличительные особенности формирования норм безопасности для отечественных опасных производств. Освоение новых технологий проходит в т.ч. и на уровне заимствования западных подходов в нормах безопасности, но далее происходит детализирующая корректировка, как правило, по результатам уроков происшедших аварий. Если аварийные опасности стабильны, то правила безопасности мало изменяются и остаются в «эталонном» состоянии, но если число и тяжесть аварий растут, то нормы трансформируются «кровью аварий» в локализованные, в российские. Целесообразно на актуальных примерах проследить, как тяжелые аварии видоизменяют зарубежные требования безопасности.

Свой специфический опыт преодоления «аварий реформ» есть и за рубежом. В сфере промышленной безопасности еще со времен А.А. Скочинского принято сравнивать индустриальные Россию и США [120]. На примере недавних крупных аварий в Техасе – индустриальном нефтегазохимическом анклаве США – полезно проследить в сравнении с отечественным опытом, как там осуществляется правовое расследование и научное исследование современных КПА.

1.6 Особенности зарубежного опыта расследования современных крупных промышленных аварий (на примере нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности США)

Промышленная авария – не только трагическое событие, но и угрозное напоминание о темных сторонах незнания или серых углах утраты знаний о промышленной и пожарной безопасности. В индустриальных странах это проблема и стоит, и решается с историческими особенностями национальной технической культуры. Универсальных рецептов нет. Как правило, общественный фокус внимания (населения, государства, политиков и идеологов) к этой проблеме резко обостряется после фактов тяжелых КПА. По частоте и рангу упоминания в СМИ последние из таких катастроф произошли в США на шахте «Upper Big Branch» (Западная Виржиния, 2010 г.), на нефтедобывающей

платформе «Deepwater Horizon» (Мексиканский залив, 2010 г.), на нефтеперерабатывающем заводе «Chevron Corporation» в Ричмонде (Калифорния, 2012.; далее – Chevron-2012) и на складе минеральных удобрений «West Fertilizer Company - WFC» (Техас, 2013 г.; далее – WEST-2013). На характерных примерах аварий WEST-2013 и Chevron-2012 рассмотрим, как в США организуют правовое расследование и научное исследование[1] КПА в нефтехимической, химической и нефтеперерабатывающей промышленности – на что фокусируют внимание, какие и как извлекают уроки.

17 апреля 2013 года на складе минеральных удобрений[2] WFC в поселении Вест (West), находящемся в 29 км севернее города Уэйко (США, Техас), во время тушения пожара произошел мощный взрыв (хранилось 40-60 тонн аммиачной селитры, участвовало во взрыве около 30 тонн нитрата аммония). В аварии 15 человек погибли, 260 получили ранения, были повреждены или уничтожены более 150 зданий (включая начальную, среднюю и высшую школы, дом престарелых, один 50-квартирный жилой дом полностью уничтожен).

Рис. 8. Видеокадры пожара и взрыва WEST-2013 (из открытых источников)

Поставарийное досудебное расследование в США активно ведет «четвертая власть» [121-129]. Американские СМИ недоумевали, почему известные опасности промышленных опасностей выпали из-под контроля государственных надзорных

[1] Для обозначения досудебного следствия и внесудебного научного исследования причин аварии в английском языке часто используют один и тот же глагол – investigate. Различия его употребления обычно понятны из контекста. Далее для упрощения под исследованием будем понимать только научную часть, а под расследованием – более общий комплекс досудебных следственных действий и судебных процедур.

[2] Минеральные удобрения с т.з. аврийной опасности – это «упакованная» энергия углеводородов, используемых при их производстве – в перевую очередь природного газа.

органов. В межаварийное спокойное время пресса не может привлечь внимание читателей к вопросам промышленной безопасности – слишком уж редки такие трагические события, в сравнении с той же частотой выхода газет. Но от журналистских расследований уже невозможно отмахнуться и при официальном расследовании, и при научно-техническом исследовании. Во многом полученные газетчиками результаты были подтверждены и в более позднем официальном расследовании [130].

На WEST-2013 быстро отреагировала и законодательная власть США. Председатель Комитет Сената по окружающей среде и общественным работам уже 30.04.2013 г. направила в OSHA[1], EPA[2] и CSB[3] официальные запросы, с целью выяснения причин аварии и устранения пробелов в законодательстве о безопасности ОПО (подробнее см. в [131,132]).

Опасная производственная деятельность находится в США под надзором государственных органов OSHA и EPA. Согласно американскому законодательству в списке аварийно-опасных химических веществ (АОХВ) содержится 77 токсичных и 63 легковоспламеняющихся веществ. Пороговые значения количеств обращающихся опасных веществ (основание для госнадзора за промпредприятием) составляют для токсичных веществ: 200 кг (фосген и селеноводород), 500 кг (арсин, диоксид хлора, фтор, фтороводород и др.), 1,1 т (хлор, диборан, синильная кислота и др.), 2,3 т (акролеин, диоксид серы, метилхлорциан, фуран, фосфин и др.), 4,5 т (аммиак, бром, хлорциан, сероводород, толуол, оксид азота, олеум, тетраметилсвинец и др.), 6,8 т (формальдегид, гидразин, соляная кислота, азотная кислота и др.), 9,1 т (аммиак водный (более 20%), сероуглерод, хлороформ и др.). Для всех легковоспламеняющихся веществ (и жидкостей, и газов) пороговое значение

---

[1] Occupational Safety and Health Administration (OSHA) – агентство Министерства труда США, ответственное за сферу охраны труда (обеспечение безопасных для жизни и здоровья условий труда работающих мужчин и женщин путем установления и обеспечения соблюдения стандартов, подготовки кадров, пропаганды, образования и помощи). OSHA действует в соответствии с Законом о безопасности и гигиене труда от 29 декабря 1970 г (Occupational Safety and Health Act of 1970).

[2] United States Environmental Protection Agency (EPA) – независимое агентство Федерального правительства США по охране окружающей среды.

[3] The U.S. Chemical Safety Board (CSB) – Совет по химической безопасности, независимое федеральное агентство США, которому поручается расследование промышленных химических и нефтехимических аварий.

составляет 4,5 т. Из этой сферы госнадзора полностью исключаются добываемые, транспортируемые и продаваемые углеводороды (как АОХВ учитываются углеводороды только на промплощадках в производственных процессах). Надзор за опасными производственными, торговыми и транспортными объектами с природными углеводородами осуществляется по законодательству об аварийных нефтяных разливах, пожарной безопасности и транспортной деятельности. По данным EPA в 2012 г. в США было зарегистрировано более чем 12 тыс. производственных объектов с обращающимися АОХВ в объемах выше предельных, в т.ч. 1347 объектов в Техасе.

Правовым расследованием и научным исследованием промышленных аварий в США занимаются два различных органа исполнительной власти (EPA и CSB). Из этих двух в чем-то пересекающихся источников знания и формируются актуальные изменения в законодательство США о промышленной безопасности. CSB проводит исследование причин (нефте)химических аварий на стационарных промышленных объектах. По данным CSB, основные причины аварий – это, как правило, недостатки в системах обеспечения безопасностью. Другие причины часто связаны с отказами оборудования, ошибками человека, непредвиденными физико-химическими реакциями или другими опасностями.

Ежегодно CSB отслеживает и контролирует аварии и инциденты в промышленности, имеющие существенные последствия, в результате которых:

- произошел несчастный случай со смертельным исходом или госпитализацией;
- причинен имущественный ущерб на сумму свыше 500 тыс. $;
- потребовалась масштабная эвакуация людей;
- нанесен ущерб за пределами производственной площадки.

Например, в 2010 г. CSB зарегистрировал 162 таких аварий и инцидентов, в 2011 г. – 282. По данным CSB и Статистического управления США начала 2010-х гг. подтверждается, что смертельные случаи на рабочих местах от поражающего воздействия вредных веществ, пожаров и взрывов за последние несколько лет в США не сократились.

CSB не налагает штрафы и взыскания, а только выдает рекомендации по совершенствованию нормативов других регулирующих органов, например по

охране труда (OSHA) и охране окружающей среды (EPA), а также рекомендации по совершенствованию безопасности для промышленных организаций и трудовых коллективов. Хотя некоторые рекомендации могут быть приняты немедленно, другие весьма трудоемки и требуют пропаганды для достижения их реализации. Уроки, полученные в ходе исследований CSB, применяются во многих других компаниях, на которых еще не было подобных аварий.

В расследовании отмечаются важные особенности обеспечения безопасного труда в промышленности Техаса. Законодательство в области промышленной и пожарной безопасности в штате сравнивают с «лоскутным одеялом». По меньшей мере, семь государственных и федеральных ведомств, ответственных за регулирование деятельности ОПО, как оказалось, были плохо осведомлены об опасностях аварии, подобной WEST-2013. В данном вопросе госнадзоры полагаются на добросовестность компании, которые должны сами сообщать об уровне опасности эксплуатируемых производств. В отличие от других штатов законодатели и госчиновники Техаса уже традиционно ошибаются в вопросах обеспечения промышленной безопасности – в штате самый высокий производственный травматизм в США. Так в 2011 г. в промышленности Техаса погибло 400 человек, а в следующей по списку потерь Калифорнии с вдвое большим населением – 260 погибших.

Ущерб от аварий на более чем 1300 химически опасных производственных объектах Техаса за предшествующую аварии пятилетку был сопоставим с ущербом от аварий во всех остальных штатах США. Так по сравнению Иллинойсом (второе место в США по числу химических ОПО – более 950), где установлены более жесткие правила пожарной и промышленной безопасности, в «саморегулируемом» Техасе произошло в 3 раза больше аварий, в 4 раза больше несчастных случаев, и причинен в 300 раз больший материальный ущерб.

Работавший в 2013 г. губернатором Техаса Рик Перри (Rick Perry) – продолжатель уже во многом «традиционной» линии на безгосударственное регулирование безопасности в промышленности. В сфере безопасности Рик Перри известен ярким символическим высказыванием об аварии Deepwater

Horizon в 2010 г: "an act of God" (стихийное бедствие, Закон Божий), уподобив, как написали газетчики, «Творца несовершеннолетнему вандалу» [122]. Даже после аварии WEST-2013 в его родном штате губернатор все равно утверждал, что «ужесточение государственного регулирования и увеличение расходов на безопасность, не предотвратили бы одну из самых тяжелых промышленных аварий за последние десятилетия». Губернатору вторит и мэр Веста Томми Муска (Tommy Muska), заявивший, что более жесткие правила градостроительного зонирования (в т.ч. и противопожарные разрывы) не спасли бы его город в апреле 2013. Тут мало кампанейщины и много искренности. В ночь аварии мэр Веста сам был среди пожарных на месте происшествия во время взрыва, его личный дом разрушен, а пятеро его друзей из добровольной пожарной команды погибли[1].

Губернатор и мэр нисколько не лукавят, ведь избранная ими предопределенность "an act of God" – основа протестантской этики, сформировавшей дух капитализма [133], наиболее ярко проявляющегося именно в Техасе. Руководители штата делают подобные заявления не только по своим личным пристрастиям, а опираясь на мнение большинства своих избирателей. Техасцы всегда гордились своей «рыночной осанкой». Это единственный штат США, в котором от компаний не требуются внесения вклада в выплату компенсаций работникам. Зато Техас может похвастаться самой быстрорастущей экономикой в США, и самым крупным городом в стране Хьюстоном, построенном без регламентов градостроительного зонирования. В Хьюстоне не имеется противопожарных общегосударственных норм (state fire code). Для привлечения инвесторов и компаний некоторые районы Техаса в своих рекламных проспектах даже специально указывают на отсутствие местных норм пожарной безопасности. Отставной адвокат Рэймонд Дж. Снокхаус (Raymond J. Snokhous) из Веста, потерявший в аварии WEST-2013 двух своих двоюродных братьев, которые были пожарными-добровольцами, сказал: «Никто никогда ранее

[1] В ликвидации начальной стадии аварии WEST-2013 отмечаеся неосведомленность пожарных-добровольцев об особенностях и опасностях пожаров с аммиачной селитрой. В 2009 г. пожар в г. Брайн (Техас) на заводе минеральных удобрений (El Dorado Chemical Company) со складом по амиачной селитры развивался совсем по другому сценарию, чем WEST-2013. Пожарные г. Брайна знали об опасности взрыва при нагреве аммиачной селитры. Были эвакуаривоны 80 тыс. жителей, а пожару позволили выгореть. Тогда взрыва не произошло.

не говорил, что нужно ужесточать регулирование». Как долго вызревала авария WEST-2013 хорошо видно по географическим картам со следами «саморегулирования» в противопожарных разрывах (Рис. 9). Фактическое отсутствие обязательных противопожарных требований и надзора за их исполнением сказалось и на отсутствии системы пожаротушения, и на хранении аммиачной селитры рядом с горючими материалами.

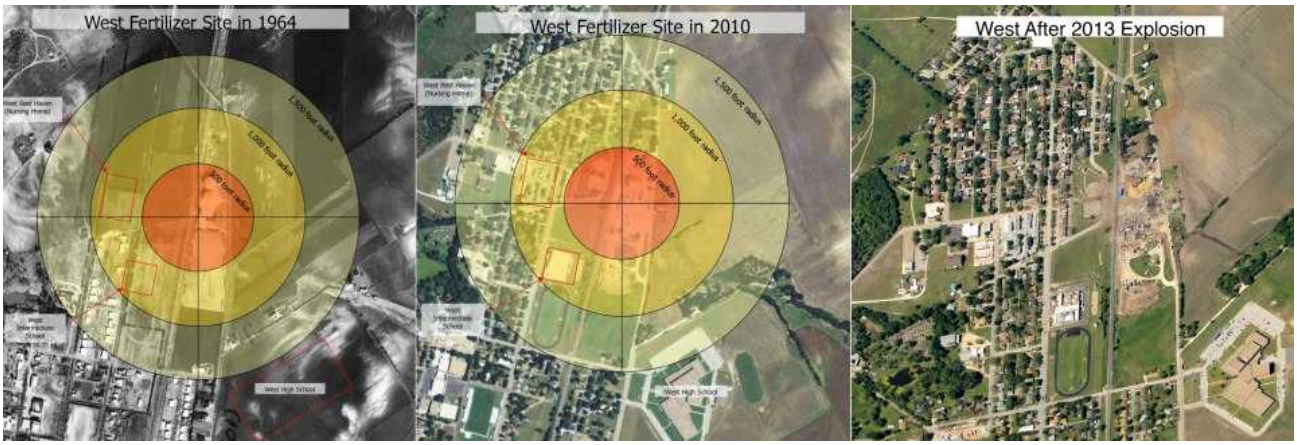


Рис. 9. Расположение площадки завода WFC у поселения West в 1964, 2010 и 2013 гг. (источники: GeoSearch, Austin, TX; facebook.com/WestExplosion)
Примечание: на первых двух изображениях цветом обозначены радиусы в 500, 1000 и 1500 футов (~ 150, 300 и 460 м)

Как заключают американские СМИ, во многом исторические «ковбойские» социокультурные особенности свободолюбивого Техаса способствовали именно такой характерной «техасской» аварии как WEST-2013. Техасцы в значительной степени отбросили земное бремя по «защите расстоянием» потенциальных жертв, всецело вверив их судьбу в «защиту временем», которая подобна стихийному бедствию ("an act of God") и почти неподвластна человеку (ну не повезло обитателям дома престарелых около склада WFC, что поделаешь, судьба[1]). Так на общественных слушаниях после аварии WEST-2013 сенатор штата Донна Кэмпбел (Donna Campbell) заключила «Я думаю, что мы делаем хорошую работу. Просто периодически что-то случается непредсказуемое».

Антирегулирующие рвения в сфере промышленной безопасности – лишь часть более широкого мировоззрения в Техасе, соединяющей население штата в общность техасцев. То, что государство должно уйти из жизни людей – глубокое

[1] По состоянию на октябрь 2015 г. из 40 действующих в Техасе складов аммиачной селитры 48% находились в 0,5 мили от школ, домов престарелых или больниц, а 83% – в 0.25 мили от жилых домов [130].

убеждение большинства жителей на всей территории штата, касающееся и многих других аспектов жизнеустройства, в частности свободы владения оружием. Исторические корни этого явления мифологизированы героическим ковбойским прошлым и эхом рабовладельческого наследия. Ограниченность государственного вмешательства – важнейший маркер идентичности современного техасца, и особенно в сельской местности, где и произошел аварийный взрыв WEST-2013. Это вовсе не значит, что власть (государства или иных институтов) должна вовсе убраться из Техаса, вверив будущие подобные аварии в руки провидения. Просто власть должна измениться и стать незаметной, сохранив ответственное исполнение своих обычных функций, в том числе и в сфере обеспечения промышленной безопасности. Что с того, что жители пожелали свободно рисковать и отвергают «отсталые» директивные нормы, это же не повод государству оставить своих граждан в опасности диких свобод индустриальных угроз и КПА. Базис необходимых норм все равно исполнять придется, но уже не насильным принуждением, а незамечаемым внушением – в этом суть культивируемого на западе постиндустриального подхода по «управлению рисками». А в новой России, к сожалению, «управление риском» зачастую понимается буквально, как достижение универсалистских показателей «10^{-6}» (подробнее см. главу 3). Контрпродуктивно и опасно имитировать и слепо копировать «рыночное» саморегулирования промышленной безопасности. Это осознают и сами американцы, вот известная формула, озвученная профессором юридического факультета Техасского Университета специалистом по нормативному регулированию Томасом МакГарити (Thomas O. McGarity): «Когда вы даете компании слишком много экономической свободы и не хватает ответственности и подотчетности, то в защите здоровья и безопасности населения вы получаете Дикий Запад (Wild West)». Wild West не только созвучно WEST-2013. Один из смыслов западного прогресса состоит в окультуривании и одомашнивании «Дикого Запада», а авария WEST-2013 – очередной барьер на этом долгом, тернистом и трагическом пути. По результатам расследования КПА

американцы вновь настраивают и регулируют свою самобытную связку «внутреннее саморегулирование - внешний госнадзор» [130].

Главный урок из этой КПА: несмотря на созданные в высокоиндустриальной стране мощнейшие культурно-исторические барьеры промышленной безопасности (технические, нормативные, экономические, социальные и т.д.) аварийная опасность просочилась через имевшиеся и возникшие «поры» незнаний, скрыто вызрела в масштабную угрозу КПА, которая не была вовремя распознана, и реализовалась катастрофическими социальными и экономическим последствиями. Полученными «аварийными знаниями» органы власти, ответственные предприниматели и граждане бескомпромиссно и деятельно «заделывают прорехи», обнаружившиеся в барьерах на пути распространения опасностей крупных промышленных аварий – совместно «пишут кровью аварий» обновленные нормы безопасной производственной деятельности.

Реформатор должен иметь минимальные представление об объекте реформирования, и помнить, что наличие западных «свободных» норм промышленной безопасности, с их внешней мягкостью обязательных требований как минимум там же на Западе компенсируется жесткостью внутренних этических норм, например, (пост)протестантской этики, которые в связке и поддерживают безопасность на приемлемом уровне. В РФ распространено ошибочное мнение, что простое снятие «административно-командных барьеров» сразу даст экономическую свободу, а безопасность как-нибудь сама останется, как нечто естественное и неустранимое.

Тема свободы и безопасности наглядно проявляется во всех глубоких исследованиях КПА. В реформы в России во многом укоренились представления о самостоятельном существовании и необходимости стремления к некой «абсолютной свободе», вытеснившие дореформенные установки на «абсолютную безопасность». И свобода, и безопасность – всегда сугубо приземленные понятия, обусловленные сложившейся культурно-исторической системой запретов и разрешений (сильно огрубляя можно заметить, что культура – это нормы и запреты, возделанные сообществами людей). Субъективное ощущение нехватки

«экономической» свободы не разменивается на слом «административно-командных барьеров» промышленной безопасности, а преодолевается поиском, выбором и устройством другой структуры заданных временем объективных несвобод. В промышленной безопасности объективные запреты, очерченные «кровью аварий», упаковываются в субъективные правила их исполнения (культура безопасности). В Техасе таким механизмом «упаковки» с какого-то момента стало саморегулирование. К нему уже выдвинуто множество претензий.

Американские эксперты утверждают, что ситуация с аварийностью и производственным травматизмом в США вряд ли улучшится без фундаментального изменения нормативных подходов к обеспечению пожарной и промышленной безопасности в стране, которые полагаются на саморегулированием в этой отрасли, с редкими и ничтожными штрафами нарушителей норм безопасности, когда несчастные случаи стали разновидностью обычных бизнес-затрат [128]. Это подтверждает и недавняя авария по линии «саморегулирования» в нефтепереработке США – Chevron-2012.

6 августа 2012 года в крупном пожаре на нефтеперерабатывающем заводе компании Шеврон в Ричмонде (США, Калифорния) пострадали 19 работников, а 15 тыс. жителей обратились за медицинской помощью. Как установлено в официальном исследовании CSB непосредственной причиной стала аварийная утечка из дефектного трубопровода вследствие коррозии. Согласно выводам CSB благодаря саморегулированию в Шеврон для большинства ремонтных случаев выбрали новаторскую стратегию «управления риском» старения оборудования вместо привычной регламентной замены. Председатель CSB Рафаэль Маури-Эрасо (Rafael Moure-Eraso) озвучил урок этой аварии: «Именно регулирующий режим, в котором работал НПЗ, позволил этому случиться». Многие американские СМИ не преминули отметить, что такое же ошибочное саморегулирование было и на WCF перед аварией WEST-2013.

Американские эксперты по безопасности сразу забили тревогу: аварии последних лет являются уже не сигналом, а доказательством неэффективности сложившейся системы внутреннего контроля и внешнего надзора за обеспечением

безопасности на производстве в США. Действующая система нормативного регулирования в области пожарной, промышленной безопасности и охраны труда финансируется недостаточно, а сборы от штрафов незначительны (средний штраф за смертельный несчастный случай составляет 7900$). При этом непосильная ответственность за безопасность через механизмы саморегулирования возложена на компании, у которых нет ни сил, ни средств, ни желания заниматься исследованиями проблем обеспечения безопасности, а им требуются к исполнению каждодневные обоснованные решения по сдерживанию промышленных опасностей.

В отличие от Западной Европы американское нормативное регулирование исходит из презумпции безопасности промышленной компании, а бремя доказательства чрезмерной опасности конкретного производства возлагается на инспекционный госнадзор. По данным Американской федерации труда и Конгресса производственных профсоюзов (AFL-CIO), крупнейшего в США объединения профсоюзов, в OSHA для проверки 8 млн американских рабочих мест имеется 2178 инспекторов охраны труда, т.е. каждый поднадзорный объект может быть проверен только один раз в 130 лет. Поэтому американские эксперты считают, что от принципа презумпции безопасности компании необходимо отказаться, и возложить на социально-ответственный бизнес обязанность продемонстрировать и доказать достаточность предпринятых мер по обеспечение промышленной безопасности, как непременное условие продолжения опасной производственной деятельности.

В рыночных культурах большие надежды в обеспечении безопасности производства возлагаются на замену ценности работника суррогатной «ценой человеческой жизни» («ЦЧЖ»). По прецедентам американских судов «ЦЧЖ» составляет в США примерно 3 млн $. А EPA оценивает «ЦЧЖ» в 7-10 млн $, считая, что только после этого порога заработают экономические механизмы, стимулирующие добровольные саморегулируемые инвестиции в безопасность производства. По этим предельно жестким и циничным оценкам американской «ЦЧЖ» видно, как далеко оторваны от реальности установки многих российских

реформаторов о саморегулировании промышленной безопасности невидимой рукой рынка с далеко допороговой российской «ЦЧЖ» в 0,03-0,07 млн $.

Без знания прошлого и нынешнего состояния реформируемых социотехнических систем (отечественной промышленности и ее оберегающей сферы промышленной безопасности) даже искреннее применение самых передовых инструментов управления «из лучшей международной практики» вряд ли сдвинет объект реформирования в область «как у них». Овладение лучшим инструментом не снимает задачу ответственного выбора возможных путей в безопасное постиндустриальное будущее страны. Для этого в первую очередь нужны беспристрастные знания об объекте реформирования. Уникальным источником новых знаний о социо-технических системах являются КПА, происходящие из-за незнания или забвения прошлого трагического опыта. Многое приоткрывается на изломе аварии о национальных особенностях индустриальной культуры, о сложившемся устройстве промышленности и ее безопасности. Поэтому такое важное значение уделяется исследованию промышленных аварий во всех индустриальных странах. В России в последние два десятилетия эта необходимая для безопасного развития отечественной промышленности работа заметно ослабла. В годы реформ печальных поводов для исследований было более чем достаточно, тем более происходили КПА в фазе деиндустриализации. В следующей главе подробнее рассматривается состояние и динамика аварийных опасностей в реформируемых производствах отечественной нефтегазовой промышленности.

1.7 Основные выводы к главе 1

По результатам анализа возникновения, развития и современного состояния опасностей мировых и российских КПА, в научно-техническом контексте зарождения, развития и кризиса индустриализма, могут быть выделены следующие результирующие положения проведенного исследования:

1. Техногенные катастрофы – кризисные явления индустриальной истории Нового (вторая половина XVIII – начало XX вв.) и Новейшего времени (с 1918 г.

по н. в.). В Новейшее время (поздний индустриализм) в мире наблюдался резкий всплеск опасности техногенных катастроф, хотя в абсолютных показателях погибших и пострадавших они еще существенно уступают последствиям природных бедствий. Среди всех техногенных катастроф особое место занимают промышленные аварии – носители новых (техно- и социо-) опасностей нового модернизированного (разделенного) труда, качественно отличающегося от трудовой деятельности доиндустриального ремесленного типа;

2. Колыбель промышленных аварий – горнорудная добыча, передала «эстафету катастроф» угольной промышленности, и далее с индустриальным развитием проявились уникальные химические, нефтехимические и нефтегазовые техно-катастрофы. Промышленные аварии с сер. XX в. обозначили вызов (смертельный предел) существованию классического индустриализма. Высокоразвитые страны первого мира осуществляют переход в гипериндустриализм, когда промышленные опасности вытесняются в индустриальные страны третьего и бывшего второго мира;

3. Конструируемые в СМИ медиаобразы техногенных катастроф оказывают мощное воздействие на массовое сознание и могут стать как социально опасным дестабилизирующим фактором, так и объединяющим началом перед общей угрозой индустриальной стране. Феномен опасности современных КПА определяется не столько масштабом трагических последствий, сколько размером информационного отклика на катастрофу в средствах массовой коммуникации. Современные способы предупреждения постиндустриальных КПА наряду с техническим мероприятиями должны предусматривать контрмеры медийного «управления риском»;

4. Современное состояние опасностей крупных промышленных аварий определяется уникально пройденным путем индустриального развития страны и степенью ею адаптации к негативным последствиям кризиса индустриализма. Необходимые и достаточные предпосылки индустриальных аварийных опасностей определяются «стабильным» размером накопленных и обращающихся в промышленном производстве энергетических потоков, «умеренным» ростом

энергетической и информационной разупорядоченности технологических процессов и «быстрым» изменением структур и функций создания, обслуживания и демонтажа базовых институтов индустриализма, проявляющимся в социо-техническом кризисе культуры безопасного промышленного производства (культуры безопасности);

5. На основе ретроспективного исследования промышленных опасностей мировой и отечественной нефтегазовой и угледобывающей промышленности впервые предложена риск-ориентированная модель структуры опасностей современных КПА, включающая оценку значимости возможности социальных, хозяйственных и статусных аварийных потерь и поставарийных последствий непредотвращенных КПА, в т.ч. вследствие опасного роста слабоконтролируемой вестернизации при реализации технологических новаций.

6. Современная проблема предупреждения вызревания катастрофических угроз из латентных опасностей крупных промышленных аварий определяется в основном неадекватностью традиционных мер защищенности от хорошо изученных промышленных «стабильных» опасностей классического индустриализма для «переходных» условий постиндустриального кризиса.

7. Научно-техническое исследование причин и последствий происшедших в реформы российских КПА – важнейший источник новых знаний не только для обеспечения безопасности, но и для инноваций отечественной промышленности. Исследование КПА генерирует новые знания постиндустриального перехода для предупреждения аварий в пореформенной промышленной техносфере, а также на «пусковых режимах» реиндустриализации.

В следующей главе анализируются основные промышленные опасности в реформированных производствах ключевых отраслей нефтегазовой и топливной отечественной промышленности с точки зрения качественных и количественных изменений (порождения, возрастания, снижения и отмирания) аварийных опасностей в ходе индустриального становления, развития, застоя и деградации, с наложением модернизационных волн, кризисов индустриализма и постиндустриального перехода.

Глава 2 Индустриальные опасности и постиндустриальные угрозы крупных промышленных аварий в реформированных российских производствах добывающей и топливной промышленности

Выше в главе 1 было показано, что опасности крупных промышленных аварий (КПА) существенно изменяются и обостряются в переходных технологических и социально-экономических процессах изменений индустриальной культуры. Промышленные аварии трагически сопровождают и отражают всю индустриальную историю (в периоды становления, развития и трансформации промышленности и ее базовых отраслей).

В целях анализа промышленных опасностей в модернизируемых и реформируемых производствах добывающей и топливной промышленности далее рассмотрен методический вопрос соподчинения и следования аварийных опасностей состоянию и изменениям промышленного производства. Важнейшие изменения в промышленности определяются революционным становлением, модернизационным развитием, сменой технологических укладов и кризисом индустриализма [134,135]. КПА – типичные маркеры индустриальных перемен и катаклизмов, сигнализирующие в периоды форсированной модернизации ростом аварийных угроз промышленности (особенно в переходных фазах – как индустриализации, так и деиндустриализации).

2.1 Модернизация и постиндустриализм в проблеме анализа и предупреждения крупных промышленных аварий

Промышленные опасности проявились с возникновением и развитием промышленности в Новое и Новейшее время, окрепли в зрелом индустриализме и не исчезли в позднем Модерне с начавшимся постиндустриальным переходом (см. выше подраздел 1.4). Специфические опасности КПА по разному обнажались и купировались в нашей стране и за рубежом в разные волны модернизаций, которые периодически испытывает и переживает историческая Россия

(Российская империя, СССР, Российская Федерация). В ходе происходящих модернизаций существенно изменялась промышленность (уклады, структура, технологии, энергоемкость, научное и кадровое обеспечение), а с ней и промышленные опасности техногенного характера (травматизм, профзаболевания, аварийность, загрязнение окружающей среды), их предупреждение (научно-техническое, социально-экономическое), контроль и надзор (внутренний и внешний, государственный и общественный). В отличие от относительно малых и постоянных промтехугроз, которыми предметно занимаются в охране труда и промэкологии (в основном посредством совершенствования технологий), внезапные КПА всегда сигнализировали не только о технологических упущениях, но и о более фундаментальных социально-технических опасностях при выборе того или иного вектора модернизации страны в целом, а не только ее промышленного базиса. Многие внешне сходные по разрушающим последствия КПА, целесообразно различать по индустриально-культурным причинам их возникновения, обусловленным конфликтогенными технологическими изменениями, особенно в периоды радикальных реформ и острых контркультурных фаз модернизации.

2.1.1 Промышленные опасности и обеспечение промышленной безопасности в индустриализме и при модернизации

Требуется различать обыденный и специальный смысл, а также концептуальный контекст относительно широкого и многозначного понятия «модернизация» и связанных с ним категорий: Модерн, Современность (модернити), Традиционализм (премодерн), Индустриализм, Постиндустриализм и др. Без этого контекстного различения «модернизация» зачастую воспринимается в значительной степени только как технологическое обновление и новация, а все не укладывающееся в эту магистральную схему исключается из рассмотрения. На обочину фронта научных исследований оттесняются в т.ч. и редкие КПА, лишь временно вносящие аномальный беспорядок в доминирующие прогрессистские представления о детерминированности и самосохранении

равновесия и развития промышленных систем и их специализированных подсистем обеспечения промышленной безопасности.

Модерн (модернизм, капитализм, современное общество, модернити, индустриализм и др.) – сверхидеология Запада, современной (модерной) западной цивилизации, возникшей на обломках традиционного общества Средневековья. В проекте Просвещения Запад в череде великих макрореволюций XVI-XVIII вв. (Реформация, буржуазные, научные и промышленные перевороты) произвел перестройку своего традиционного общества в новое современное (модерное, модерновое), и быстро вырвался вперед в познании, и в создании нетрадиционных (в производстве – отличных от ремесленных) технологий жизнеустройства индустриального типа (индустриализм, индустриальная цивилизация) на основе научного знания (в производстве, в армии, в государстве, в образовании, в медицине, в нациестроительстве и в др.). Возникшая уникальная современная цивилизация (модернити) отличается крайним эгоцентризмом и экспансией развития (евроцентризм и глобализация)[1]. При ее неизбежном столкновении с незападными культурами последние либо погибали (цивилизации и культуры Америки, Африки, Австралии, Азии) либо закрывались, быстро осваивая новую технику и технологию (петровская и советская Россия, Япония, современные Китай, Индия, Вьетнам, Корея). Запад (западный мир, западная цивилизация) – первый и единственный обладатель эталонного современного общества Модерна, источник и главный носитель его идей (модернизм) в Новое и Новейшее время (эпоха Модерна, модернити). Путь Запада к Модерну трагичен и неповторим[78][2], другим невозможно его пройти и тем более опередить. Гуманизм Просвещения предполагал для других традиционных стран освоение продуктов Модерна – модернизацию. Выработанная на Западе доктрина модернизации была пронизана главными смыслами Просвещения. Свобода и

---

[1] Великие западные мыслители эпохи Модерна, авторы крупных социальных концепций К. Маркс и М. Вебер считали, что вестернизация должна обязательно пройти по всему миру. В антибуржуазном освободительном марксизме пролетарская революция наступает только после глобального господства западного капитализма.

[2] Один из самых влиятельных западных мыслителей XX-го века Мишель Фуко в своем курсе лекций "Безопасность, территория, население", прочитанном им в Коллеж де Франс в 1977-1978 учебном году, дословно подводит черту Нового времени: "цивилизация христианского Запада, вне сомнения, была самой изобретательной, самой победоносной, самой честолюбивой и одной из самых кровавых среди цивилизаций. Во всяком случае одной из тех, которые ассоциируются с величайшими из совершавшихся когда-либо жестокостей".

Прогресс – ключевые идеи западного проекта Просвещения, мессианской частью которого и стала программа модернизации других незападных стран (превращение их традиционных обществ в «почти» современные, в модернизированные). С точки зрения Запада, Модернизация – это прогресс для тех, кто отстал (успешность оценивается степенью сокращения разрыва). Запад оказывает помощь в такой модернизации (вестернизации) и наказывает упирающихся. Для незападных стран, Модернизация – это в первую очередь освоение технологий Модерна для защиты от опасностей экспансии Запада (успешность оценивается жизнестойкостью страны, в т.ч. обеспечением промышленной безопасности). В успешных защитных модернизациях традиционные общества не разрушаются, а латентно сохраняются, укрепляются и быстро развиваются. Для этих необычных состояний (в понятиях Модерна) нет подходящего термина (иногда говорят о «традиционных обществах в стадии модернизации»), для эпохи позднего Модерна их можно назвать как индустриальные незападные страны, индустриальные традиционные общества. Знание западных модернизационных проектов необходимо не чтобы их имитировать, а для рационального и с наименьшими издержками освоения технологий и институтов, порожденных другими цивилизациями в их развитии. В этом смысле Модернизация – часть всеобщего непрерывного обмена продуктами культуры, включая культуру безопасности. Обмен этот не равнозначный и подлежит взвешенному контролю, особенно в реформы по техрегулированию.

Хорошо исследованный и задокументированный опыт экспансии Модерна в Новое и Новейшее время, а также плодотворная критика Модерна постмодернистами[1], позволяют различать как минимум следующие обличия понятия модернизации:

---

[1] Исследуя модерн и Просвещение, современные постмодернисты пришли к выводу, что проекта эмансипации человечества (т.е. освобождения от зависимости, угнетения, предрассудков) и подтягивания всего мира до универсального уровня развития (демократии, рыночной экономики и проч.) в проекте Просвещения не было, а был только проект экспансии Запада, проект Глобализации. Ж. Лиотар указывал, что человечество делится на две части: одна (Запад) «сталкивается с искушением сложности, вторая – со старым, страшным искушением выживания. Вторую никогда не признавали равноценной». Ее можно было только покорить или поглотить – превратить в периферию Запада (недавний масштабный пример – последствия поражение СССР в холодной войне). «Искушение выживания» – важнейший стимул создания и развития суверенных систем обеспечения безопасности, в т.ч. подсистемы промышленной безопасности опасных производственных объектов.

М1. Модернизация – это мессианский проект Просвещения с программой Прогресса для тех, кто отстал (догоняющая модернизация), сегодня реализуемой в проекте Глобализации, втягивающей все незападное в периферию Запада (вестернизация, имитационная модернизация);

М2. Модернизация – защитная программа незападных стран от опасностей западной экспансии и попадания в периферию западной Глобализации (защитная модернизация). В отличие от догоняющей модернизации (М1) в защитной (М2) приходится «одновременно догонять и убегать от Запада»;

М3. Модернизация – смена устаревших технологий на новые (технологическая модернизация), улучшение и совершенствование техники и технологий в уже имеющихся продуктах Модерна, в собственных больших социо-технических системах жизнеустройства (в промышленности, науке, на транспорте и др.), в том числе и в подсистемах обеспечения их безопасности. Все такие большие системы жизнеустройства формируются культурно-исторически, а в незападных странах под значительным влиянием успехов и неудач от волн догоняющих, имитационных и защитных модернизаций. «Малая» соподчиненная технологическая модернизация (М3) проводится в потоке «больших» модернизаций (М1 и М2), отражает их направленность, имеет разные технологические достижения и упущения, в том числе в возникновении и предупреждении КПА.

Все успешные защитные модернизации в XX в. включали программу индустриализации, порождавшую в т.ч. новые промышленные опасности. В западных странах смена ремесленного на индустриальный способ производства произошла в промышленных и научных революциях XVII-XVIII вв. Тип индустриальной жизни, и не только в хозяйстве, стал отличительной чертой эпохи Модерна. Чтобы подчеркнуть научно-технический прогресс, как одну из основ Модерна на Западе и базис модернизации (М2) в незападных странах, используют термин индустриализм, как хозяйственно-окрашенный синоним понятия Модерна. При этом латентные и базовые смыслы Модерна в термине «индустриализм» во многом сохраняются. Логичнее было бы применять понятие

«индустриализм» только к Западу (с его периферией), а «индустриализация» – к незападным странам (и тоже с разделением по направлениям индустриальной модернизации М1, М2 и М3.). Однако терминология Модерна складывается исторически, и сегодня под кризисом индустриализма понимают последствия ошибок проекта Просвещения, когда в позднем Модерне освобожденная безграничность Прогресса обернулась опасностями безответственного прогрессизма – как в западных, так и в незападных индустриальных странах (экологические, энергетические и другие кризисы). В частности КПА, как маркер энерго-экологического кризиса индустриализма, зачатков и начала постиндустриального перехода, имеют важные отличительные особенности в эталонных промышленно развитых странах первого мира, в промышленных странах второго мира и в промышленных анклавах развивающихся и неразвитых стран третьего мира (безопасная «чистая энергия» стекает в первый мир, а энергетически опасные социо-техногенные и аварийно-экологические бедствия вытесняются и сбрасываются во второй и третий мир – подробнее см. главу 1).

Для новой России, большинства постсоветских, восточноевропейских и стран БРИКС сегодня актуально исследование проблемы крупных промышленных аварий на фоне доминирования в кон. XX – нач. XXI вв. последней волны неолиберальной модернизации (типа М1). Основные ее положения и доктрины были подготовлены и изложены на Западе в 1980-х гг. Неолиберальная модернизация – это эвфемизм вестернизации. Понятие «новой современности» было довольно хорошо описано, как комплекс атрибутов того, что считается современной страной, прошедшей успешную вестернизацию (т.е. модернизацию М1):

М1-1) значительный уровень индустриализации;
М1-2) устойчивое экономическое развитие при высоком ВВП и широком использовании источников энергии;
М1-3) вера общества в силу рационального научного знания, как основы прогресса;
М1-4) изобилие продуктовых и промышленных потребительских товаров, с высоким уровнем потребления;
М1-5) обезличенные технократические властные структуры;
М1-6) развитая профессиональная структура высокомобильного населения;
М1-7) большой удельный вес среднего класса в системе социальной стратификации;
М1-8) значительное влияние гражданского общества на политическую жизнь.

Общества или страны, не удовлетворяющие этим критериям (М1-1 … М1-8) относятся либо к традиционным, либо к переходным (к неразвитым и развивающимся). В программах неолиберальной вестернизации они должны догонять развитые страны, т.е. приобретать вышеприведенные атрибуты, исполняя сложный комплексный процесс реформ по каждому направлению (это не просто «модернизационная» замена устаревшей техники на импортную). Все критерии «успеха вестернизации» взаимосвязаны. Несогласованность в преобразованиях по разным направлениям и измерениям ведет к социальным, политическим, экономическим и технологическим катаклизмам. Факт допущенной КПА может быть применен для подрыва атрибутов М1-1 … М1-3.

По уровню индустриализации (по критерию М1-1) условно выделяют промышленно развитые страны (ядро западной цивилизации и ближайшая периферия – в десятку входят Австралия, Канада, Франция, Германия, Италия, Япония, Южная Корея, Испания, Великобритания, США), новые индустриальные страны (ЮАР, Мексика, Бразилия, Китай, Индия, Индонезия, Малайзия, Филиппины, Таиланд, Турция), «старые» индустриальные страны (в основном постсоветские и «неудачники» восточной Европы), а также развивающиеся, слаборазвитые и неразвитые.

При вестернизации происходит сдвиг в сторону ценностей свободы от ценностей социальной справедливости, равенства, безопасности и порядка (как признаков традиционного общества). Поэтому, например, в технической сфере России на очередном подэтапе неолиберальной модернизации 2000-х гг. (М1”) была запущена профессионально подготовленная реформа технического регулирования, на большую глубину разрыхлившая базис культуры безопасности постсоветских производств. На «расчищенном месте» новой индустрии не возникло, а внедренные анклавы питаются ресурсами архаизируемой периферии (например, в отечественной нефтепереработке проводником реформы техрегулирования стал «союз верха и дна» - очагов гиперсовременных анклавных компактных установок и архаичных мини-НПЗ). Блиц-крик радикальных

реформаторов оказался неудачным, но индустриальная Россия получила тяжелую «культурную травму» [136,137], остро проявившуюся в техносфере в череде «непонятных» КПА (в XXI в. Тайжина-2004, Ульяновская-2007, Юбилейная-2007, Саяно-Шушенская-2009, Конда-2009, Распадская-2010, Воркутинская-2013, Ачинск-2014, Северная-2016 и др.). Осознание и изучение их уроков позволило начать во многом пока малоорганизованную контрреформу вестернизирующему техрегулированию в главных отраслях топливной промышленности, в т. ч. с относительным сохранением (при выделяемых материальных ресурсах, имеющихся кадрах, доступных научно-технических средствах) отечественных достижений обеспечения промышленной безопасности на ОПО НГК.

Наблюдение результатов реформ и контрреформ 1990-2010-х гг. периодически поднимает проблему остановки вестернизации и ее замещения защитной модернизаций (это декларируется как переход на путь инновационного развития, уход от сырьевой зависимости, импортозамещение и т.п.). Отодвинув в сторону фундаментальные смыслы Модерна, видно, что модернизация требуется и в рамках собственной культуры, т.е. необходимо многие системы, технологии и достижения высокоразвитых промышленных стран брать, обрабатывать и адаптировать. Смена технологий – это тоже конфликт, но технологический (он проходит во всех культурах, в том числе и на Западе, бывает очень болезненным, обычно с повышенными проявлениями аварийности и травматизма). Полученные в этом конфликте уроки промышленных аварий по-разному интерпретируется в вестернизациях (М1) и защитных модернизациях (М2). В первом случае на них мало обращают внимания и практически не исследуют (все равно ведь, прогресс пробьет себе путь), а во втором – жестко интерпретируют как атрибут тупиковости и опасности внезападного промышленного «сопротивления» развитию. Если Россия действительно начнет явную программу защитной модернизации, то на Западе уже не будут пассивно не замечать российские КПА как в 1990-2000-х гг. Пример возможной реакции и последствий хорошо известен со времен Перестройки, когда пресекалась советская модернизация, и после Чернобыля-1986 удалось навесить СССР ярлык «верхней вольты с ядерным

оружием», а затем и запустить программу деиндустриализации [138] «опасной промышленности» с последовавшей технологической архаизацией значительных ареалов хозяйства и быта бывш. высокоиндустриальной страны [139].

В обыденном смысле модернизацию часто представляют как обновление техники (М3 типа). При этом за скобками остается слишком многое, например, безопасность технико-социальных систем (пожарная и промышленная безопасность, охрана труда, безопасность в ЧС, безопасность дорожного движения, ядерная и радиационная безопасность, безопасность гидротехнических сооружений и т.д.). Сама собой новая техника обеспечить безопасность не может. Как минимум необходимы адекватные и адаптационные изменения в технической культуре безопасности на производстве. Внедрение технических новшеств лишь побочное следствие более общего макропроцесса перехода от «традиционного» к «современному» типу общества, что и называют модернизацией. Названия двух типов обществ достаточно условны: в первом жизненные усилия складываются, а во втором – обмениваются. «Традиционное» общество также может обладать новейшей техникой, как бывший СССР или современные Япония и Китай.

В исторической России известны две успешные упреждающие модернизации – петровская и сталинская. Результаты обеих (в т.ч. промышленное становление и развитие) были испытаны в горячих столкновениях с Западом, и закреплены победами в Отечественной войне 1812 года и Великой Отечественной войне 1941-1945 годов. Россия с конца XVI в. еще при Иване Грозном, а потом при Петре I, была вынуждена предпринимать защитную модернизацию – прежде всего в обучении, госорганизации, в армии. Экспансия Модерна – это в первую очередь война[1], а объектам такой экспансии требуется модернизация для защиты. Защитные модернизации (М2) всегда возвращаются к ценности безопасности, в противоположность вестернизации (М1), скрывающей сигналы опасностей и вызревание угроз для модернизируемых.

---

[1] Изучение опыта предшедствовавшей недавней неолиберальной модернизации восточноевропейских и постсоветских стран показало, что скрытая идея такой модернизации (вестернизации) – идея войны против всего незападного, «идея императива победы в планетарных масштабах, при этом важна не только военная победа, но и символическое умерщвление духа сопротивления».

Основным механизмом защитных модернизаций в незападных странах становились промышленные и научно-технические революции. Первые вели к созданию индустриального общества, а вторые во многом подготавливали его трансформацию в постиндустриальное. Так промышленный переворот в России начался в 1870-1980-х гг., а наиболее интенсивно индустриализация шла в периоды 1891–1913 гг., в 1930-е гг. и в 1950-1970-х гг.

Результатом сталинской [140] модернизации (индустриализация и научно-технический прогресс) стала не просто вторая экономика в мире, а для своего времени высокотехнологичное внутренне безопасное хозяйство с новаторскими находками в охране труда (технике безопасности, производственной санитарии, гигиене труда) и промышленной безопасности, впоследствии ставшие отличительными традициями отечественного промышленного производства. Именно в ходе петровской и сталинской модернизаций впервые остро встали вопросы безопасности на производстве. Проблема принимала государственную важность, так 23.12.1719 г. Петром I утвержден Указ об учреждении Берг-коллегии [141], а 01.07.1954 г. создан Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР).

Демонтаж незападного и безопасного индустриального общества был начат в Перестройку, которую академик Яковлев А.Н. назвал Реформацией [138]. Впервые в индустриальной истории в большой промышленно развитой стране проводились реформы по деиндустриализации и пресечению ее научно-технического развития (подробнее см. в [139,167]).

Успех имитации сомнителен. По меткому сравнению Н.Я. Данилевского имитатор «как бы говорит себе: я ничего не стою; в меня надобно вложить силу и вдунуть дух извне, с Запада; меня надобно притянуть к нему, насильно в него втиснуть - авось выйдет что-нибудь вылепленное по той форме, которая одна достойна человечества, которая исчерпывает все его содержание» [142]. Опыт неолиберальной вестернизации важно зафиксировать, особенно в сфере промышленной безопасности, когда многие технико-социальные системы

искусственно разрушаются, лишь на короткое время раскрывая свое неявное устроение, скрытые границы безопасного, особенно в уникальных КПА.

Для запуска защитной модернизации в современной России имеются препятствующие (но устранимые) факторы, которые можно оценить и нейтрализовать. В главном ограничения для суверенной модернизации в России – следствие запущенной в 1990 гг. демодернизации (термин крупного советолога Стивена Коэна). Этот масштабный процесс выявляется, в частности по важному показателю использования энергии [167] в стране (см. выше п. М1-2 из атрибутов современности) и соответственно, энергопотенциалу промышленных аварий.

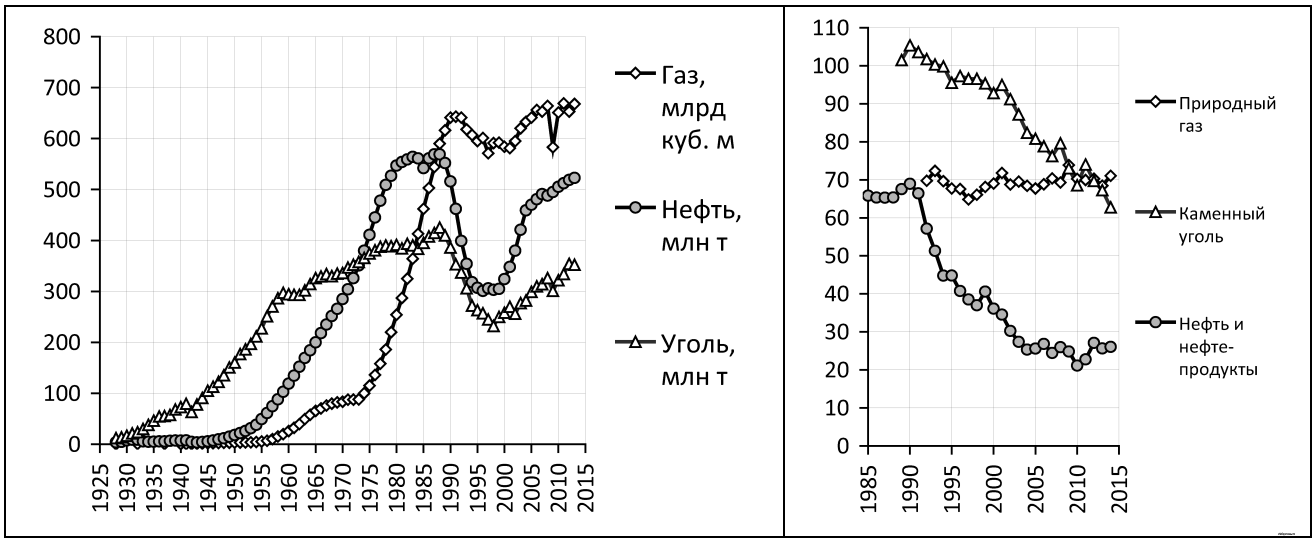
Аварии в промышленности обусловлены значительными объемами обращающейся энергии на опасных производствах (горючие и токсичные вещества, среды с высокими давлениями, температурами, скоростями и т.п. – «энергопотенциал аварии»). Основной источник поступления энергии в промышленность – минерально-сырьевые ресурсы (Рис. 10-а).

Индустриальные социо-технические системы (например, ОПО) производят промышленную продукцию посредством энергомассобменных процессов, которые не совершенны (идеальной тепловой машине Карно необходимы топка и труба) и требуют постоянного наблюдения, обслуживания, контроля и надзора. Наиболее изучены и известны сбои производственных энергомассообменных процессов, происходящие в форме промышленных аварий (информационные потоки тоже важны в оргтехпричинах аварий). В целях анализа рассмотрим только энергетическую составляющую: если энергии обращается больше, то и потенциал промышленных аварий возрастает.

С 1990-х гг. существенно изменилась доля основных добываемых в России топливно-энергетических полезных ископаемых, остающихся на потребление после экспорта энергоресурсов (Рис. 10-б). В позднесоветские годы потреблялось до 70% добытой нефти, а в реформы более 70% отправляется на экспорт. В РСФСР своего угля не хватало, получали из союзных республик (Казахстан и Украина), – теперь же добывается меньше (на уровне середины 1960-х гг.), и еще почти 40% экспортируется. С внутренним использованием газа – относительная

стабильность. Для остающихся внутри страны минеральных энергоресурсов значителен также их вторичный передел в экспортные энергопродукты (удобрения, металлы, мазут и проч.).

В годы реформ в хозяйство и промышленность РФ поступало существенно меньше «исходной» энергии, поэтому и промышленных аварий должно быть меньше, что в среднем и наблюдалось. Но перераспределение информационных и масс-энергетических потоков внутри отечественной индустрии изменилось, увеличив проявления угроз КПА. Понижение энергопотенциала еще не обеспечивает безопасность.



а *б*

Рис. 10. Добыча и потребление угля, нефти и газа в России (для оценок использованы официальные данные ЦСУ РСФСР и Росстата)**: *а* – добыча угля нефти и газа в РСФСР и РФ; *б* – доля основных минеральных топливно-энергетических полезных ископаемых, остающихся для внутреннего потребления в РСФСР и РФ, в % от добычи**

В 2012 г. В.В. Путин писал: «Фактически мы пережили масштабную деиндустриализацию. Потерю качества и тотальное упрощение структуры производства... Мы прошли через деиндустриализацию, структура экономики сильно деформирована» [143]. Структура промышленности в РФ по сравнению с РСФСР существенно изменилась: на общем фоне спада производства увеличилась доля добывающей промышленности над обрабатывающей, а восстановление производства идет с анклав-периферийным внутри- и межотраслевым расщеплением. В отдельных индустриальных анклавах производится новое строительство и технологическая модернизация, но в большинстве отраслей

инерционно продолжаются запущенные в 1990-е гг. процессы не только демодернизации, но и архаизации. Российская деиндустриализация в 1990-х гг., восстановительная загрузка омертвленных мощностей в 2000-х гг. и анклав-периферийное промышленное развитие в 2010-х гг. предопределены обязательствами обеспечения энергетической безопасности партнеров (клиентов) и платежеспособных потребителей. Суверенная (неимитационная, защитная) модернизация (М2, М3) российской промышленности требует отказа от сырьевой модели поставок энергии на экспорт, т.к. для организации современного материального производства и быта требуется в первую очередь энергия. И расходование этой энергии в промышленности не должно обернуться КПА.

В отличие от ремесленного промышленный тип производства базируется на научном типе знания. Развитие промышленности, особенно ее наукоемких отраслей, зависит не только от инвестиций и обновления основных фондов (прежде всего машин и оборудования), но и от состояния отечественного научно-технического потенциала – целостной системы, включающей проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), опытное производство, внедрение новых продуктов и технологических процессов в массовое и мелкосерийное производство, подготовку соответствующих новым технологиям кадров, перенастройку систем обеспечения промышленной безопасности модернизируемых производств и т.д. За десятилетия реформ во многом утрачена дееспособность научной системы страны [144]. Ни отечественный, ни иностранный капитал в России не смогли заменить государство как главного источника средств и главного «заказчика» НИОКР. Без национальной науки модернизация возможна только в форме вестернизации.

Восстановление элементов и связей российской отраслевой науки позволит преодолеть второе препятствие полномасштабного запуска программы безопасной технологической модернизации промышленности РФ. Важнейшим источником производства новых научных знаний для промышленных инноваций и разработок могут стать сравнительные исследования причин и последствий крупных промышленных аварий.

Модернизация как крупномасштабное развитие промышленной страны базируется на системе функций (производства, распределения, инноваций, безопасности и т.д.), базовым элементом которого в индустриальных обществах являются рабочие, как специфическая социо-культурная общность авангарда модернизации (не по классовому признаку отношения к средствам производства). Без «кадровых», а не просто наемных рабочих, ни наука, ни производство, ни промышленная безопасность не могут быть инновационными. Современное промышленное производство – это огромная индустриальная лаборатория, в которой рабочие первые наблюдают аномалии (в т.ч. аварийные и предаварийные ситуации), приводящие к нововведениям через производство новых научных знаний и технологий. Если рабочие равнодушны к своей исследовательской функции (не являются «рационализаторами и изобретателями», а только продавцами своей рабсилы), то нераспознанные или пропущенные ими энергетические аномалии накапливаются и приводят к крупным промышленным авариям, которые выглядят «непонятными» из-за дефицита актуальных знаний об изменяющихся опасных объектах промышленности. Яркий пример – авария на СШГЭС-2009, когда рабочие и инженеры знали и равнодушно наблюдали, как растет вибрация и гидроагрегат неминуемо движется к тяжелой аварии. На станции работали наемные работники, утратившие производственную культуру рабочего и инженера, переставшие быть носителями культуры безопасности. Модернизация – это явление культуры, а не неизбежность «объективных экономических законов». Производственная культура безопасности российского инженера и рабочего должна быть обогащена, к сожалению, очень тяжелыми уроками КПА.

С началом реформ в российской промышленности существенно изменились численность работников и их структура. Особенно резко снизилась численность промышленных рабочих: более чем втрое – с 17 млн в 1990 г. до 5,3 млн в 2014 г.[1] При этом общая численность всех занятых в промышленности сократилась только

[1] Для сравнения: по данным Минтруда США в 2015 г. в американской промышленности работало около 12 млн человек, а 20 лет назад было на 5 млн больше.

в 1,6 раза (Рис. 11). Напротив, в реформы резко выросла численность «постиндустриального» персонала сферы услуг в промышленности.

По численности новый «промышленный аутсорсинг» почти сравнялся со старым «рабочим классом»: в 2014 г. – 4 и 5,3 млн чел. соответственно (в 1990 г. – 1,8 и 17 млн чел.). Если обратиться только к добыче полезных ископаемых, то уже в 2000 г. численность занятых здесь превышала численность работников на 28 тыс. чел., а в 2010 г. – уже на 159 тыс. чел. Т.е. численность «менеджеров» за 2000-2010 гг. увеличилось на 131 тыс. чел., а число работников наоборот снизилось на 53 тыс. чел. Сфера услуг персонала «аутсорсинга» в промышленности расширяется. Реформированная индустрия содержит не только внешнюю сферу услуг, но и внутренний менеджмент.

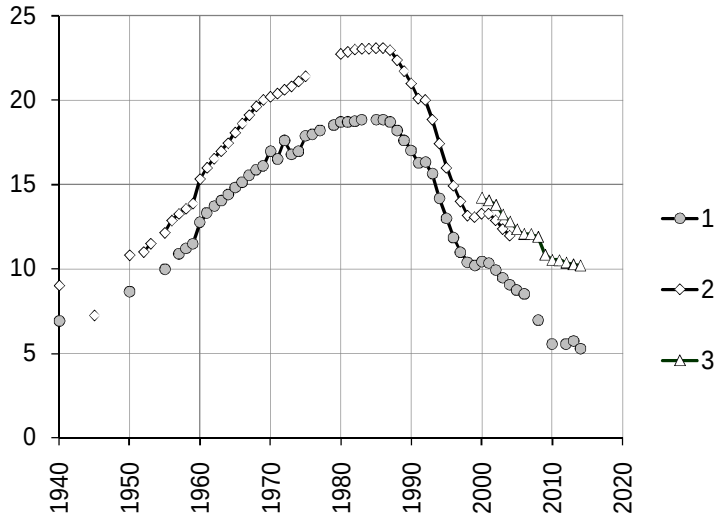


Рис. 11. Численность промышленных рабочих (1), промышленно-производственного персонала (2) и работников промышленных организаций (3) в РСФСР и РФ, млн чел.

Деиндустриализация в бывшей высокоиндустриальной стране порождает комплекс новых социальных и техногенных опасностей. Рабочие непосредственно первыми сталкиваются с ними [145]. Данные о производственном травматизме – характерном нежелательном проявлении упущенных промышленных опасностей (как безнадзорных, так и неизвестных ранее) подробно рассмотрены в подразделе 2.2 ниже.

При любой модернизации даже смена технологий неизбежно порождает технологический конфликт, который необходимо сопровождать, изучать и смягчать. Для этого нужны не только знания (как беспристрастная сила разрушения и созидания), но и совесть (как структура общепринятых запретов, например, в культуре безопасности). Массовый отказ от своих обязанностей и профессиональных норм (доминирование механистических моделей «человеческого фактора» в причинах аварий для объяснения безответственности) несовместим с модернизацией, для которой требуется молекулярный процесс рождения инноваций «на опасной грани». КПА – тревожный сигнал упущенных инноваций. Это сложнее, но их еще можно извлечь из уроков аварий и «напитать» национальную культуру безопасного промышленного производства.

Перестройка и реформы в последние 30 лет привели российское общество в состояние глубокой деиндустриализации и демодернизации. Этот провал может быть закрыт форсированной программой восстановления и развития. Другой путь – развитие по «проторенному западному» пути постиндустриализма, как выхода из кризиса индустриального общества. Выбор в индустриальной РФ пока не сделан. Во всех вариантах индустриального и постиндустриального будущего потребуется решать проблему предупреждения и известных, и новых опасностей и угроз КПА. При выборе альтернатив целесообразно принимать во внимание не столько ожидаемые блага «устойчивого развития», сколько потери «неустойчивого перехода», – таких как рост опасностей КПА в переходные и кризисные периоды для промышленного производства.

2.1.2 Постпромышленные опасности и обеспечение безопасности в постиндустриальном переходе

В зависимости от контекста терминами «индустриализм» и «постиндустриализм», обозначают как цивилизационные признаки Нового и Новейшего времени (с идеологией эпохи классического и позднего Модерна – см. выше подраздел 2.1.1), так и господствующий экономический и технологический уклад в странах прошедших индустриализацию, в том числе тип общества, производства и быта.

С нач. XX в. индустриальная цивилизация (Индустриализм) втягивается в глубокий кризис. Во второй половине XX в. он приобрел черты системного [77]. Заговорили об исчерпании потенциала индустриализма (прежде всего вследствие отказа от универсализма Просвещения и демократического идеала ввиду невозможности распространить западный образ жизни на все человечество из-за ограниченности невозобновляемых ресурсов [146,147]) и наступлении некоего нового этапа западного общества [148]. Его называли постбуржуазным, посткапиталистическим, постэкономическим, постмодернистским, постцивилизационным, постисторическим и даже постпротестантским. Пост-, как «общая приставка этих терминов отдает каким-то осенним чувством увядания, свойственным нашему веку, – ощущением конца. Действительно, ни Белл, ни другие футурологи не смогли дать сколько-нибудь убедительной картины будущего» [149] При описании будущего чаще стал применяться термин постиндустриализм. Он не несет таких отрицательных коннотаций, как его двойник – «постмодерн», но больше указывает на господствующий тип производства (продуктов культуры в целом, не только в промышленности).

Постановка вопроса о переходе цивилизации к ее постиндустриальной фазе с поиском нового названия уже служили симптомами глубокого кризиса западного общества, не сводящегося к кризису индустриализма как технологического и экономического уклада. Речь идет о кризисе всего проекта Просвещения [150], в котором было собрано и в течение четырех веков воспроизводилось западное индустриальное общество [151].

КПА 1960-1980-х гг. во многом стали сигналами кризиса индустриализма (сначала на Западе, а потом и в незападных индустриальных странах) и предвестниками перехода к постиндустриализму (в очень разных формах – от гипериндустриализма, до деиндустриализации и даже анатимодерна).

Основания кризиса были изначально заложены в мировоззренческую основу индустриализма – прогрессизм и эмансипацию проекта Просвещения [150]. Биосфера Земли, развитие которой ограничено физическими условиями планеты, с появлением человека сосуществует с культивируемой техносферой, развитие

которой, как считалось, ничем не ограничено. Идеи свободы и неограниченного прогресса приобрели квазирелигиозный характер [77]. По историческим меркам очень быстро мощность техносферы достигла критического уровня, когда техногенная нагрузка на биосферу стала приближаться к опасному пределу ее адаптационных возможностей.

Признанным основоположником концепции постиндустриализма считается Д. Белл, но базис его теории возник еще до появления самого термина «постиндустриализм». Так, например, в институциональной концепции в развитие формационного подхода провозглашалось, что страны мира проходят одинаковые фазы в своем развитии, и критерий этих фаз находится в организации общественного производства. Акцент переместился от классовой составляющей на доминирование технологических укладов [152].

Уже в конце 1940-х гг. в работах американского экономиста К. Кларка «Экономика в 1960 году» и французского обществоведа Ж. Фурастье «Великая надежда XX века» был сформулирован важнейший методологический принцип будущей теории постиндустриального общества: разделение общественного производства на три сектора: первичный (аграрный), вторичный (промышленный или индустрия) и третичный (сервисный сектор или сектор услуг) [153]. Прогнозировался рост значимости третичного сектора по сравнению, и с первичным, и с вторичным.

В конце 1950-х – начале 1960-х гг. западные мыслители утвердились в выводе, что никакие политические, идеологические и социальные различия в современных условиях не могут считаться более важными, чем фактор технологического прогресса. В 1960–1970-е гг. распространяется и популяризируется само понятие «постиндустриализм», а внимание к технике и ее влиянию на социальную сферу обостряется [151]. Именно к этому периоду относятся лекции Д. Белла в Зальцбурге, в которых он впервые предложил постиндустриальную теорию, а также активные поиски названия новому феномену. Например, З. Бжезинский, провозгласил, что мир стоит перед «технотронной эрой», в которой определяющими станут технология и

электроника [154], а Э. Тоффлер писал о «супериндустриальном» обществе, где все изменения выводятся из техносферы [155]. Выход в 1973 г. книги Д. Белла «Грядущее постиндустриальное общество» [156] вызвал взрыв интереса к постиндустриальной проблематике, став своеобразным рубежом, за которым последовала волна футурологических концепций 1970-х и 1980-х гг. Работа Д. Белла закрепила в западной мысли образ возможного будущего и оказала влияние на всех футурологов XX века [152].

Для темы настоящего исследования важно отметить, что впервые поставарийные социо-технические угрозы для доминирующей индустриальной культуры были обнаружены и изучены в высокоразвитых странах в 1970–80-х гг. [10-40]. Крупные промышленные аварии на пике промышленного расцвета стали предвестниками кризиса более чем трехвекового господства классического индустриализма и «трамплинами» катастрофического зарождения постиндустриализма. КПА нарушают прогрессистские каноны поступательного индустриального развития, выступают индикаторами технологического кризиса в промышленности и в обеспечении промышленной безопасности.

Долгосрочное решение выхода из индустриального кризиса обычно ищут в футурологии постиндустриального общества (которое в новой России зачастую путали с безиндустриальностью). Технократические утопии постиндустриализма 1970-1980-х гг. сменились техногенными антиутопиями 1990-х гг.

Крупные промышленные аварии стали осознаваться «авариями модерна», а постиндустриальное будущее по известным шаблонам «информационного общества» (information society) или «общества знания» (knowledge society) даже заполучило в 1990-е от У. Бека[157] и Э. Гидденса[158, 159] ярлык «risk society» (в РФ обычно гипостазировано переводят как «общество риска»).

Важно отметить, что пафос Постмодерна основан на критике всех базовых понятий Модерна (Свобода, Прогресс, Равновесие и др.). Но в этой критике постмодернисты выполняют гуманистическую роль, пытаясь соединить опыт и знания традиционного общества с идеалами Просвещения, от которого его отогнали при «эталонной» модернизации на Западе. В свое время Модерн отрицал

премодерн, а постмодернисты ищут с ним связи и источник выхода из кризиса. Другими словами, сегодня наблюдается наслоение конфликтов премодерн-модерн-постмодерн, которые в России отягощены собственным мировоззренческим кризисом. Наглядное проявление результатов его соединения с постмодернистскими концепциями «общества риска» – конструирование в Перестройку антипромышленных мифов – экологических и технологических (нитратный, сероводородный, озоновый, гидроэнергетический, чернобыльский, об избытке энергии, стали и др.). Из советского модерна с его кризисом индустриализма и знаковыми Чернобылем–1986 и Уфой–1989 в череде перестроечных и неолиберальных научно-технических и промышленных инволюций перешли вовсе не в постмодерн с внеаварийной «зеленой постиндустрией» [138], а в антимодерн с деиндустриализованной промышленностью и знаковой крупной промышленной аварией СШГЭС-2009.

Обсуждавшее в подразделе 2.1.1 понятие «модернизация» претерпевает существенные изменения (во всех типах М1-М3) в кризисе индустриализма и постиндустриальном переходе. Меняется сам Запад, а с ним и рецепты вестернизации (М1), а значит и защитные структуры противодействия и формы технологической модернизации (М2 и М3). Кратко рассмотрим основные признаки перехода «индустриализм-постиндустриализм», которые потребуются для различения причин, разных типов крупных промышленных аварий у нас в стране и за рубежом, на первый взгляд с вполне сходными по масштабу последствиями (см. также схему Табл. 3).

Чтобы анализировать опасности крупных промышленных аварий при совершающемся переходе в постиндустриальное общество, важно описать современное представление и содержание понятия «постиндустриализм». Соотнесение с индустриализмом характерных крупных промышленных аварий рассматривалось уже выше в подразделе 2.1.1. Они представляются как следствие кризиса индустриализма, разрешение которого виделось в лоне постиндустриального общества. Но сам переход туда оценивается мыслителями

постмодерна как очень болезненный, в том числе с возникновением новых опасностей и угроз КПА, нехарактерных для периода зрелого индустриализма.

Обозначим важные особенности современного смысла термина «постиндустриализм» в контексте предметной области настоящего исследования. Сегодня широко известны, общеприняты и освоены представления об аграрной и индустриальной цивилизации (премодерн и модерн), – в этом же ключе постиндустриализм называют третьей волной цивилизации. Это историческое понятие: постиндустриального общества когда-то не было, потом оно возникло, развивается и сосуществует вместе аграрными и индустриальными укладами (они не исчезают). Когда-то количество изменений будет настолько велико, что наступит качественное изменение, и можно будет сказать, что индустриализм уже не доминирует, а наступил постиндустриализм. Само содержание в названии термина «индустриализм» указывает, что он относится к системе более широкой, чем хозяйство и доминирующий в нем промышленный уклад. Промышленное производство возникает и развивается в разных обществах, не только в «современных» или западных[1]. Соответственно и промышленные аварии могут иметь оттенки и доминанты разных индустриальных обществ, – такие аварии будут разные и по причинам, и по способам предупреждения, хотя могут происходить даже в один период, и в одной и той же отрасли промышленности (см. формулу (1) в подразделе 1.3).

Формальный рост (или сокращение) промышленного производства не является главным индикатором постиндустриализма. Для Запада постиндустриальное общество – это гипериндустриальное общество, вовсе не отрицающее промышленное производство. Деиндустриализация – это тоже форма постиндустриального общества, т.к. в нем не происходит возврат в аграрную цивилизацию, а структуры индустриализма демонтируются. Переход к постиндустриальному обществу связан не с количественными изменениями в промышленности, а с качественными. В системе промышленного производства

[1] Например, Япония имеет высокоразвитую промышленность, но остается по многим признакам, традиционным, «несовременным», незападным обществом. Какой тип общества в Китае трудно определить всеобъясняющим термином, но оно явно не гражданское, не либеральное, не «современное», - традиционное общество, в котором развивается промышленность.

возникают новые срезы, не только новые отрасли, но и новые свойства всех «старых» отраслей промышленности. Изменяется структура знаний, на которой стоит хозяйство и общество в целом – от детерминизма к нестабильности. Для предупреждения промышленных аварий важно учитывать, что опасны как сами «общепромышленные» изменения, так и возникновение при этом безвременной темной «области незнания», в которую попадает «старый» опасный производственный объект при постиндустриальном переходе в «новое» состояние или окружение.

Рассмотрение этих изменений через призму «знание-сила» (а точнее «незнание – аварийная антисила») позволяет выделить главные отличия возникающего постиндустриального общество от доминирующего пока индустриального.

Во времена второй волны цивилизации в промышленных революциях XVII-XIX вв. в лоне господствовавшего ремесленного типа производства, основанного на традиционном знании, возник новый тип промышленного производства, основанного на науке. Произошел «скачек из царства приблизительности в универсум точности» [97]. Собственно из науки вышла первая производственная Машина, для совершения работы которой потребовались и новые виды энергий (и в физическом, и в социальном смысле) [144].

При переходе от ремесленничества к промышленности научная компонента стала разрастаться, появились новые отрасли промышленности и новые срезы в традиционных отраслях производства (в первую очередь в добывающих отраслях), которые могли возникнуть только с научным знанием, и которых не было в ремесленном укладе. Новое использование энергии привело к возникновению индустриальной «цивилизации угля и железа» [77]. Проявились и первые промышленные аварии, сигнализировавшие о «случайных пропусках» энергии в новых технологиях добычи и обработки, ставших тогда полезными ископаемыми (подробнее см. главу 1). Технократический оптимизм грядущего промышленного развития на время отодвинул «темные пятна» промышленных аварий в сторону обустраиваемой дороги научно-технического прогресса.

Сначала окормлявшая индустриальное становление наука была классической. Ее основой поэтапно были ньютоновская механика (движение масс) и термодинамика (движение теплоты, энергии). Центральной догмой классической науки стало Равновесие (механическое и термодинамическое) [144]. Промышленная Машина «загонялась» технологией и дисциплиной оператора в гомеостаз (динамическое равновесие), в котором она могла находиться «сколь угодно долго», трансформируя исходные энергетические потоки в полезные продукты производства. Побочные «антипродукты» производства (травмы, аварии, экологические загрязнения и проч.) долгое время не замечались, или в лучшем случае считались «детскими болезнями» научно-технического прогресса, временным и преодолимым проявлением несовершенства технологий (сегодня уже к традиционным относят энергетические представления о причинах аварийности и травматизма). В классическом индустриализме надзорная деятельность за опасными производствами также базируется на удержании технологических процессов в штатных равновесных режимах, а все отклонения от них рассматриваются как угрожающие и наказуемые. В этом смысле возникновение надзоров за безопасным выполнением работ в промышленности стало одним из первых признаков зарождавшегося постиндустриализма, т.к. по классическим канонам никакие срывы из достигнутого индустриального Равновесия невозможны, и незачем следить за невозможными отклонениями «больших масс и энергий» от поступательного и планомерного развития.

Напротив, постиндустриальный тип промышленности основан на неклассической науке, резкий сдвиг к которой произошел в XX в. Первое ее отличие в возникновении постньютоновской релятивистской механики, изучающей движение субатомных и субъядерных микрочастиц. На новом научном знании в промышленном производстве основана атомная энергетика, микроэлектроника, лазерные технологии и др., – их нельзя вывести из классической науки. Второе важное отличие – в возникновении информационных наук и появления продуктов нового типа знания (компьютеры, интернет, нанотехнологии и др.) [144].

В отличие от ньютоновской, постклассическая наука исходит из представлений о неравновесных процессах, срывах, катастрофах. В ней уже важными понятиями является энтропия, рассеяние энергии и необратимые процессы, организация и хаос [144]. В частности, в отличие от традиционной охраны природы и техники безопасности, предупреждение крупных промышленных аварий, как и экология, относятся к этому постклассическому типу знаний (например, энерго-энтропийная концепция возникновения аварийности и травматизма [160]).

Разрыв с механицизмом классической науки был очень резким. Даже крупнейшие философы К. Маркс и Ф. Энгельс, задавшие и оформившие классическое индустриальное мировоззрение, не смогли принять и ввести в свои политэкономические модели второе начало термодинамики (энтропию), отвергли и зарождавшиеся в их время экологические представления [161]. Свобода и прогресс в индустриальном понимании по инерции используются достаточно широко и сейчас, особенно идеологами неолиберализма. Конструируемая ими «формула свободы» опирается на детерминистскую механистическую картину мира, что создает иллюзию точных предсказаний, при этом проблема ответственности заменяется технократической задачей сбора исходных данных для рационального расчета [150]. В сфере промышленной безопасности это наглядно проявилось в последние десятилетия с введением в широкий оборот «расчетов риска» для легитимации «наукой об управлении рисками» безответственного устранения для бизнеса «административных барьеров» [162], оберегавших всех остальных от тяжелых последствий промышленных аварий. Это яркое постмодернистское проявление стало возможным вследствие того, что профессиональные реформаторы техрегулирования мыслили уже постиндустриальными категориями, тогда как всё реформируемое ими находилось в кризисном индустриальном поле.

Наблюдаемый резкий скачок от индустриального мировоззрения к постиндустриальным понятиям проходит трудно и сложно даже в технической сфере. Для этих этапов уже существенно различаются универсалии, т.е. –

универсальные категории, в рамках которых человек мыслит мир (природу, техносферу и общество). В классическом индустриальном обществе главными универсалиями были сначала «масса» и «сила», а потом добавились «энергия» и «работа» (основные понятия ньютоновской механики и термодинамики). Отсюда вытекало много следствий, например, идея эквивалентного обмена в хозяйстве, трудовая теория стоимости, в том числе охрана труда и техника безопасности. Универсалии индустриализма сохранились и работают и сейчас, но добавились и стали важными такие категории, как «информация» и «энтропия» (зашумление и рассеяние), «порядок» и «хаос» (бифуркации и переходы) [77]. Эти «постиндустриальные» универсалии лучше описывают новые проблемы промышленной безопасности и предупреждения крупных промышленных аварий. В привычных терминах «техники безопасности» и «человеческого фактора» многие новые техно-социальные опасности и угрозы остаются в тени незнания (особенно культурные травмы [136] от «неожиданных» крупных промышленных аварий с аномией [163] «беспромышленного прогресса»).

Различаться стал и господствующий тип организации деятельности в обществе, в том числе и в промышленном производстве. В классический индустриальный период главной организационной единицей было промышленное предприятие – Фабрика, как система Машин. А позже в XX веке – Комбинат, как система Фабрик [151]. В российской сфере промышленной безопасности заложен именно этот принцип идентификации опасных производственных объектов, как основы для анализа безопасности промышленной системы поднадзорных опасных производственных объектов.

В постиндустриальный период стали возникать сетевые структуры: головная Фабрика служит матрицей для сети малых промпредприятий, которые организованы по-иному. В них в отличие от индустриальной Фабрики значительна доля трудового соединения производства и быта [151]. В таких производственных сетевых организациях наблюдается перенос в промышленность неиндустриального уклада (неоремесленничество). На современных ОПО этот новый тип организации промышленной деятельности

проявляется в аутсорсинге наладочных и ремонтных работ, а также в трансформации накопленных аварийных знаний об основном технологическом процессе в знание ремесленного типа. На тех ОПО, где «законсервированы» советские технологии, кадры по их обслуживанию уже невозможно подготовить напрямую в ПТУ, техникумах и ВУЗах, – выпускникам нужен достаточно длительный квазиремесленный период натурного освоения безопасного обхождения с уникально изношенной, но работающей Машиной. Если кадровый менеджмент промышленных предприятий не учитывает подобные особенности российского постмодерна и руководствуется учебниками с рыночными политэкономическими моделями о купле-продаже рабочей силы, то угрозы крупных промышленных аварий будут нарастать. Другим проблемным для промышленной безопасности примером сетевой организации промышленного производства в новой России служит рост числа мини-НПЗ вокруг магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, с соответствующим всплеском аварийности и травматизма (и в матрице, и в новообразованиях сети).

В постиндустриальном переходе изменилась институциональная основа общества (т.е. тех базовых структур которые «держат общество» – устойчивая форма организации совместной деятельности людей, реализующих определенные необходимые функции в обществе, – обеспечение безопасности здесь одна из главных). В период расцвета западного индустриального общества возникла дискуссия о будущих институтах нарождавшегося постиндустриализма (известна как спор М. Вебера и Г. Зиммеля [140]). Вебер считал, что основные институты современного ему индустриального общества (Фабрика и Университет), в эволюционирующей связке промышленного производства и науки, на передний план будет выходить Университет, и производство будет все более онаучиваться. А Зиммель предупреждал, что в постиндустриализме не производственный, а финансовый капитал выйдет на авансцену, и главными общественными институтами станут Биржа и Банк [151]. Пока прав оказался Зиммель, но спор не окончен, пока продолжается переходный кризисный период. Для нашей темы важно учитывать силу финансового менеджмента при принятии решений о

предупреждении промышленных аварий и обеспечении промышленной безопасности. На преобладающем эконометрическом временн*о*м диапазоне рыночного прогнозирования редкие крупные промышленные аварии просто не видны. В технократических подходах «управления риском» оценка их возможного вреда ничтожна. В «теориях риска» ее упрощенно получают арифметическим перемножением бесконечно малой величины вероятности возникновения промышленной аварии и бесконечно большой величины ущерба от нее, оформляемого в виде параметров вида «10^{-6}». Другими словами, современные технологические решения обеспечения безопасности могут быть внедрены в промышленности, только если их эффект и эффективность смогут воспринять финансовые менеджеры, т.е. технические новации в безопасности должны быть переведены на специфический финансово-юридический язык.

За последние 30-40 лет на Западе сильно изменились нормативные основы общественного производства и распределения. Из действовавшей индустриальной связки протестантской и социал-демократической этики от первой остались исторические следы веберовского «духа капитализма» [133, 164]. В постмодерне исключается проблема истинности, как рациональной основы этики, отброшен примат целого и долгосрочного воспроизводства, господствуют гедонистические культы «здесь и сейчас», «бери от жизни все» и т.п. [151]. Это существенно понизило статус и уровень общей культуры безопасного производства, и за рубежом, и у нас. Безопасность производственной культуры в системе «Человек-Машина» перемещается в невидимую область технологии, и там держится на доверии (и вере), что современные технологии внутренне[1] безопасны «от природы». Но когда заимствованные технологии попадают в «неестественное окружение», то безопасность производственной деятельности требуется культивировать заново – это основная задача безопасной технологической модернизации защитного типа (М2, М3). Показателен пример достаточно длительной адаптации в России с конца 1980-х гг. технологий анализа опасностей

[1] В позднесоветское время был растиражирован тезис, что вместо традиционной «техники безопасности» стране нужна просто новая «безопасная техника».

и оценки риска производственных аварий. Уместная для Запада вера в триумф «индивидуального риска» совершенно не годилась ни для советской, ни для постсоветской России. В этом аморфном понятии, ставшем фетишем многочисленных «теорий риска», слишком много специфической западной метафизики (представлении об индивиде, предопределенности, смерти, деньгах, собственности на тело и проч.). «Анализ риска» можно и нужно использовать, но только после фильтра собственной технической культуры. В реформе технического регулирования проводилась грубая подмена целостного свойства традиционной безопасности ее отдельным и нетрадиционным параметром («отсутствие недопустимого риска»). «Управление риском» [165], в сфере промышленной безопасности, в т.ч. на ОПО НГК [166] во многом удалось трансформировать в конструктивный «риск-ориентированный подход» – в построение новой информационно-аналитической подсистемы для поднадзорных опасных производственных объектов ТЭК и смежных отраслей промышленности (подробнее см. ниже в главе 4).

Господствующие в индустриализме мировоззренческие и методологические системы (марксизм и симметричный ему либерализм) не содержат познавательных средств для исследования постиндустриальных явлений (особенно порождений хаоса и последствий необратимостей) [144]. Опасность здесь в том, что они долгое время остаются «невидимыми», что например, способствует «спокойному вызреванию» угроз КПА до предкатастрофных величин. Современные КПА тянут индустриальную Россию не в гипериндустриализм, а выталкивают в угрожающий губительный антимодерн.

Рассмотрим подробнее как изменялись опасности промышленных аварий до и в процессе реформ деиндустриализации 1990-х гг. и последующей загрузки омертвленных производственных мощностей, на примерах отечественной добывающей и топливной промышленности, в т.ч. аварийноопасных отраслей нефтегазовой комплекса.

2.2 Деиндустриализация – новый источник опасностей производственного травматизма и угроз крупных промышленных аварий

Современная постановка вопросов и поиск решений проблем в промышленной безопасности зашумлены риторикой о непригодности индустриальных норм безопасности для новой российской промышленности, прошедшей в конце XX – начале XXI в. масштабную и опасную деиндустриализацию. Промышленный регресс и опередил, и определил «отсталость» действующих требований промышленной безопасности. Консервативность – признак норм безопасности. Неспособность выполнить «отсталые» нормы безопасности монетаристы стали измерять рублями «избыточных инвестиций», угнетающих свободу экономической эффективности. Растущие взамен опасности предлагалось успокаивать микродольным риском «10^{-6}». Пришлось срочно онаучивать теорию и практику «управления риском» [165]. При деиндустриализации «риск» стал виртуальным обезболивающим в опасно деградирующей техносфере России.

Деиндустриализация – это уникальное и необычное для бывшей промышленно развитой страны состояние, которое трудно втиснуть в стандартный объяснительный формат «естественного развития». Это – скорее искусственный регресс, как результат кризиса постиндустриальных реформ: кратко рассмотрим *официально опубликованные* данные о состоянии промышленного производства и промышленных опасностях (по отчетам Росстата, Ростехнадзора, Минэнерго РФ и др., подробнее см. в [139, 167]).

В 1930-е гг., в ходе нового этапа индустриализации, Россия (РСФСР) превратилась в промышленно-аграрную страну. Индустриальное развитие продолжалось в России и все послевоенное время, вплоть до конца 80-х гг. прошлого века (Рис. 12).

С самого начала реформ за 1991-1998 гг. объем производства промышленной продукции снизился в 2,25 раза. Затем началось оживление уцелевших производственных мощностей, и с 1999 г. оформился восстановительный рост,

примерно в том же темпе, что и в 1980-х гг., но на это возрождение теперь влияют внешние финансово-экономические кризисы. За 1991–2014 гг. относительно достигнутого уровня 1990 г. недопроизведено 34% объемов промпродукции на 425 трлн руб. При набранном за 2000–2014 гг. среднегодовом темпе роста промышленного производства этот провал может быть компенсирован только к 2049 г., т.е. по объемам произведенной продукции реформы отбросили индустриальную Россию более чем на полвека назад.

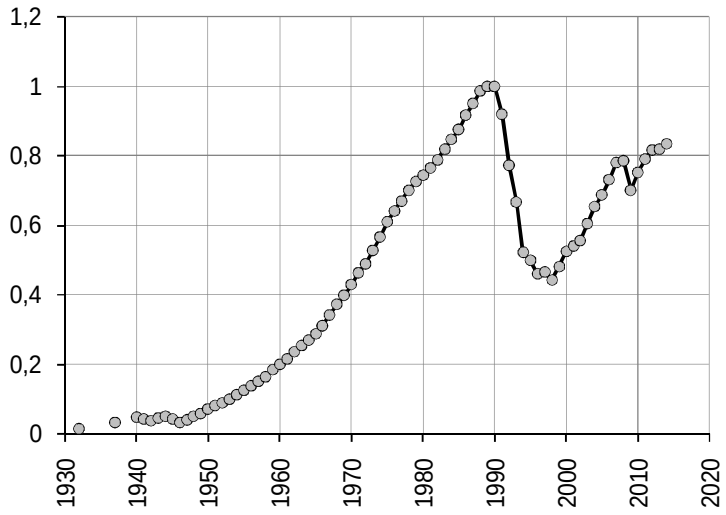


Рис. 12. Объем производства промышленной продукции в РСФСР и РФ (в сопоставимых ценах, 1990 г.=1)

Реформа означала, прежде всего, приватизацию [168] промышленных предприятий – к 1997 г. негосударственные предприятия составляли 95,6% от общего числа предприятий и давали 89,6% продукции. В наименьшей степени изначально была приватизирована электроэнергетика (61,5% ее предприятий в 1997 г. были негосударственными). В 2004 г. доля государственных организаций в общем числе организаций промышленного производства составила 2,6%, а их объем промышленной продукции 6,7%, в 2010 г. 6,5 и 3,4%, в 2013 г. 2,6 и 3,4%.

Вторым важным изменением было расчленение крупных государственных фабрик, заводов и комбинатов. В 1990 г. в РСФСР действовало 26,9 тыс. промпредприятий с 23,1 млн человек промышленно-производственного персонала (в т.ч. 17 млн рабочих), а в 2004 г. уже 155 тыс. предприятий (рост в 5,8 раза) с 12,8 млн человек персонала (в т.ч. 9,1 млн рабочих) – см. выше Рис. 11.

Резкое сокращение и ухудшение демографических и квалификационных характеристик *рабочего класса* России - один из важнейших результатов реформы, который будет иметь долгосрочные последствия [145]. Организованный, образованный и мотивированный промышленный рабочий – одно из главных национальных богатств индустриальной страны. Сформировать его стоит большого труда и творчества, а восстановить очень трудно. В России контингент промышленных рабочих сократился более чем в 3 раза – с 17 до 5,3 млн человек.

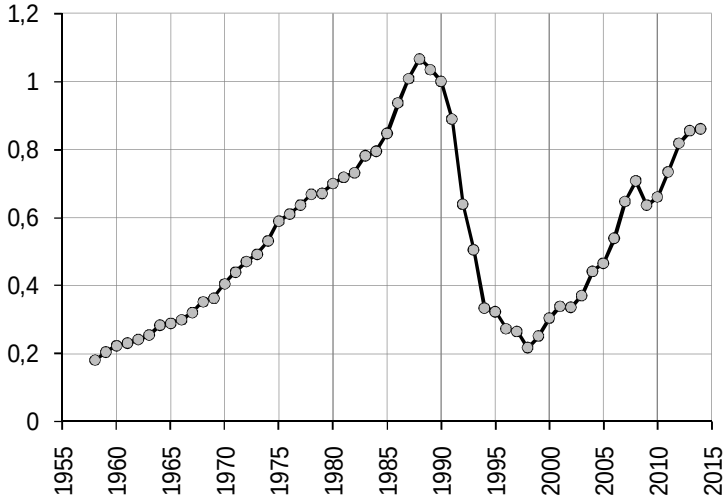


Рис. 13. Индексы инвестиций в основной капитал промышленности РСФСР и РФ, в сопоставимых ценах (1990 г.=1)

Показателем деиндустриализации России является и динамика инвестиций в основной капитал промышленности. Капиталовложения – базис не только промышленного производства, но и промышленной безопасности. Динамика промышленных капиталовложений приведена на Рис. 13. Более чем за двадцать лет реформ 1991–2014 гг. недовложения в основной капитал промышленности РФ (по уровню 1990 г.) составили ок. 72,3 трлн руб., что сопоставимо с объемом ВВП России. В начале 2010-х гг. по ежегодному объему инвестиций в промышленность РФ находится на уровне РСФСР середины 1980-х гг.

Следствием сокращения и диспропорции инвестиций стало нарастание значительного износа основных фондов в промышленности, уже в 1997 г. он перевалил за 50%. Динамика этого процесса представлена на Рис. 14.

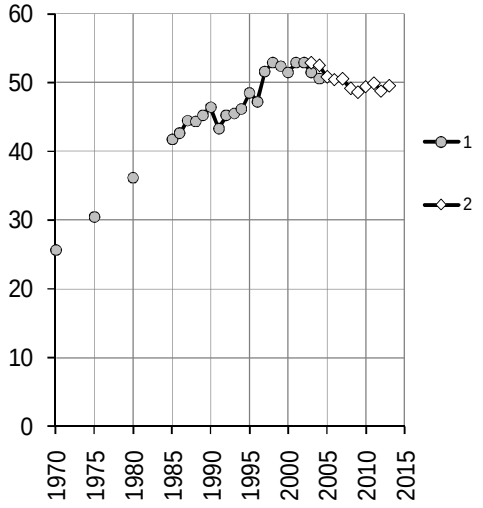


Рис. 14. Степень износа основных фондов в РСФСР и РФ, на конец года %:
1 – в промышленности, (после 2004 г. этот показатель не публикуется);
2 – в добыче полезных ископаемых, обрабатывающих производствах, производстве и распределении электроэнергии, газа и воды

Существенно изменились и промышленные опасности. Основные их проявления традиционно наблюдают и исследуют как аварийность и травматизм. Уже с середины 1970-х гг. и до начала перестройки численность пострадавших при несчастных случаях на производстве (в основном в строительстве, на транспорте, в промышленности и сельском хозяйстве) относительно резко снижалась, примерно в одном и том же темпе, и в абсолютных, и в относительных показателях для общего производственного травматизма (Рис. 15).

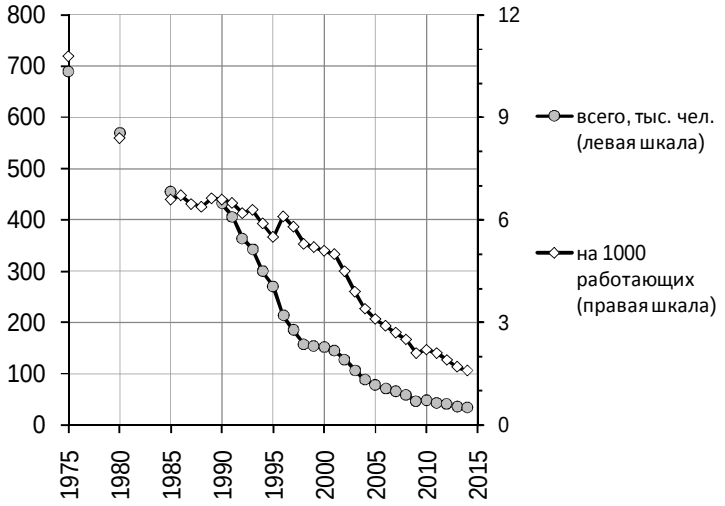


Рис. 15. Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом в РСФСР и РФ:
тыс. чел. (левая шкала) и на 1000 работающих (правая шкала)

В перестроечный период показатели общего производственного травматизма в стране или не изменялись, или снижались незначительно. В первые 10 лет реформ наблюдалось расхождение темпов снижения показателей абсолютного и относительного общего травматизма на производстве, что косвенно указывает на качественные изменения и в источниках опасности, и в инструментах предупреждения производственного травматизма. Вместе с тем за годы реформ общий производственный травматизм снизился в абсолютном выражении более чем в 12 раз (в 1990 г. были зафиксированы 432 тыс. травмированных, а в 2013 г. – 35,6 тыс.), а в относительном – почти в 4 раза (в 1990 г. 6,6 травмированных на 1000 работающих, а в 2013 г. – 1,7).

В настоящее время под несчастным случаем на производстве понимается событие, в результате которого застрахованный получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им обязанностей по трудовому договору как на территории страхователя, так и за ее пределами, либо во время следования к месту работы или возвращения с места работы на транспорте, предоставленном страхователем, и которое повлекло необходимость перевода застрахованного на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности. По данным Фонда социального страхования (ФСС) на 2016 г. наиболее опасными по производственному травматизму были добывающие отрасли промышленности. В распределении опасностей производственных травм нефтегазовый комплекс занимает более благоприятные позиции (Табл. 9).

Оценить вклад уменьшения производственных опасностей вследствие деиндустриализации в снижении общего травматизма можно по численности смертельно травмированных, приведенной к объему выпускаемой продукции (для простоты возьмем только производство товаров в народном хозяйстве РСФСР и экономике РФ – Рис. 16).

В годы самого резкого спада производства (за 1990-1995 гг. – почти в 2 раза) удельная численность травмированных, отнесенная к объему производства товаров, наоборот выросла на 40% (а травмированных смертельно – на 77%), и только к середине 2000-х гг. вышла на тренд дореформенного снижения.

Табл. 9

Средние уровни производственного травматизма в угледобывающей промышленности и нефтегазовом комплексе по данным ФСС на 2016 г.

Наименование вида экономической деятельности	Количество страховых случаев по виду экономической деятельности на тысячу работающих
Добыча, обогащение и агломерация каменного угля	40.09
Добыча бурого угля подземным способом	35.11
Добыча каменного угля подземным способом	23.45
Добыча каменного угля	8.8
Добыча каменного угля открытым способом	7.36
Обогащение каменного угля	6.8
Обогащение и агломерация каменного угля	5.57
Добыча бурого угля открытым способом	5.29
Агломерация каменного угля	4.81
Предоставление услуг по бурению, связанному с добычей нефти, газа и газового конденсата	2.57
Предоставление прочих услуг, связанных с добычей нефти и газа	1.82
Аренда горного и нефтепромыслового оборудования	1.28
Предоставление услуг по добыче нефти и газа	1.25
Разделение и извлечение фракций из нефтяного (попутного) газа	0.75
Хранение и складирование нефти и продуктов ее переработки	0.66
Производство нефтепродуктов	0.63
Добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа	0.51
Добыча сырой нефти и природного газа	0.42
Розничная торговля бытовым жидким котельным топливом, газом в баллонах, углем, древесным топливом, топливным торфом	0.36
Транспортирование по трубопроводам нефти	0.3
Транспортирование по трубопроводам нефти и нефтепродуктов	0.26
Транспортирование по трубопроводам нефтепродуктов	0.08

Таким образом, резкий спад общей численности травмированных в начале 1990-х гг. (Рис. 15) преимущественно обусловлен не успехами в охране труда, а снижением потенциала промышленных опасностей из-за масштабной деиндустриализации. Сокращался потенциал промышленных опасностей, а с ним и возможное физическое травмирование работающих. Но «культурная травма» [137] от деиндустриализации еще не преодолена. С закрытием производств их бывшие работники стали теперь травмироваться в других областях техносферы, т.е. уже вне производства – см. об этом подробнее в [139].

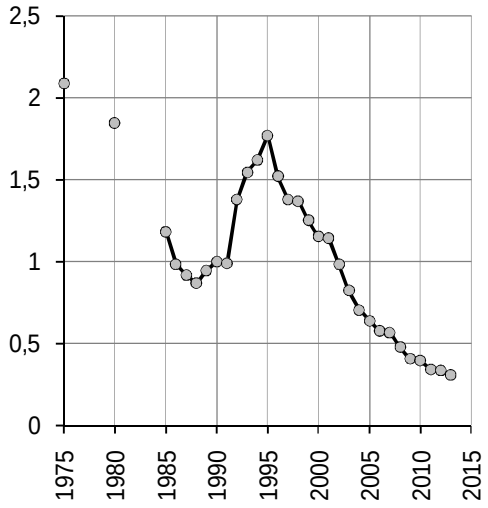


Рис. 16. Индексы отношения численности погибших в несчастных случаях на производстве к объему производства товаров в РСФСР и РФ (1990 г.=1)

Вклад предупредительных мероприятий в наблюдаемое снижение общего производственного травматизма можно оценить по динамике коэффициентов частоты и тяжести несчастных случаев (смертельных) на производстве – ведь общее число травмированных существенно изменяется при изменении методики фиксации производственной травмы, тогда как число смертей на производстве уже в меньшей степени зависит от способа их регистрации[1] (Рис. 17).

Рис. 17. Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом в РСФСР и РФ: на 100 травмированных (левая шкала) и на 100 тыс. работающих (правая шкала)

[1] По данным Росстата в 2013 г. численность пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом составила 1699 чел., а по данным официального отчета «Об итогах работы Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации в 2014 году и задачах на 2015 году » в хозяйствующих субъектах в результате несчастных случаев на производстве погибло 2223 работника (в 2013 г. – 2757) – в данных Росстата остались неучтенными почти 40% случаев смертельного травматизма на производстве.

Уже в разгар Перестройки снижение коэффициента частоты смертельного травматизма на производстве (численность погибших на 100 тыс. работающих) сменилось ростом, который продолжался более 20 лет – вплоть до начала 2000-х гг. Затем эта тенденция резко изменилась, начался спад примерно в том же темпе, что и в 1970-1980-х гг. в РСФСР.

Иными словами, в нач. 2000-х гг. были предприняты некоторые необходимые меры по сокращению производственного травматизма (несомненно, повлияли также восстановительный рост и изменение структуры производства товаров и услуг). Насколько они были достаточными, можно судить по динамике коэффициента тяжести производственного травматизма (численность погибших на 100 травмированных). Коэффициент тяжести травматизма на производстве сразу после начала реформ стал резко расти и к 2007 г. превышал дореформенный уровень в 2,3 раза: в 1990 г. на 100 травм приходилось 1,98 смертельных, а в 2007 г. уже 4,52. В конце 2000-х гг. эту негативную тенденцию удалось притормозить, но в 2013 г. РФ отставала по этому показателю от РСФСР уже в 2,5 раза. При прочих равных условиях это означает, что в РФ перестали наблюдать как минимум за половиной происходящих случаев травмирования, последствия которых латентно переносятся непосредственно рискующими работниками. Их труд стал менее охраняем, хотя и угрозы снизились. Трагическое ценное знание о промышленных опасностях упускается из области наблюдения и исследований, не актуализирует правила безопасности и не поступает в накопленный арсенал предупреждения производственного травматизма.

Надежды на рыночное регулирование производственного травматизма не оправдались. Средства на охрану труда исправно собираются, а несоветских (новых дееспособных рыночных) структур по их целевому освоению не создано. Опасности производственного травматизма «поглощаются» рискующими. Для предпринимателей и власти такие опасности стали невидимыми. Так, Правительство России впервые за многие годы объявило конкретные виды избыточной фискальной нагрузки. Первыми здесь оказались сборы по страхованию от несчастных случаев на производстве. Как сообщил на совещании

4 августа 2015 г. замминистра финансов Сергей Шаталов, этот вид тарифа сейчас несколько завышен и по соответствующему виду страхования ежегодно формируется профицит. В сумме по этому виду страхования на депозитах накопилось около 100 млрд руб. "Причем далеко не все они находятся в хороших банках, есть и те, у которых отзываются лицензии" [169]. Сходная ситуация сложилась и в страховании ответственности за причинение вреда жизни или здоровью граждан в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте [170].

В.В. Путин на селекторном совещании 17.05.2010 г., посвященном расследованию аварии на шахте «Распадская», указал, что с 1998 г. по 2008 г. «затраты на охрану труда выросли … практически в 9 раз. В 9 раз! … если в 1998 году на эти цели было израсходовано всего 659 млн рублей в целом по отрасли, то в 2008 году уже 6 млрд рублей. А что происходило с так называемым смертельным травматизмом? Что было с этим страшным показателем? В 1998 году таких случаев было 135, и далее по соответствующим годам: 96, 121, 93, 68, 91, 126, 90, 58 и в 2007 году - 217. Да, мы видим, что в некоторые периоды, в отдельные годы было заметное улучшение. Но в целом-то! В целом количество несчастных случаев со смертельным исходом почти не сократилось. Возникает вопрос: в чем дело? Ведь денег-то в безопасность начали вкладывать намного больше. В разы больше! В 9 раз! И, конечно, у меня возникает вопрос: какие же расходы идут по разделу «Охрана труда»? Куда конкретно вкладываются эти деньги? В охрану какого и чьего труда? И достаточно ли этих средств для обеспечения безопасности с учетом роста добычи? А на самом деле оборудование не такое уж и дорогое. Оно просто дешевое».

В абсолютном выражении «затраты на охрану» труда растут, оборудование обеспечивающее безопасность – «просто дешевое», а крупные аварии, сотрясающие углепром, стали привычными. «Затраты на охрану труда» растут лишь в абсолютном выражении, а в относительном они падают. Если в 1998 г. они составляли 13% от всех инвестиций в основной капитал угледобычи, то в 2008 г. снизились до 8,8%.

Сам по себе рост абсолютных «затрат на охрану труда» факт отрадный. Другой вопрос – в чем причина этого роста? Ведь до роста был провал – докатились же в 1998 г. до 659 млн рублей – 12% всех выделенных средств федерального бюджета на реструктуризацию (остальные 78% были потрачены на социальную защиту угольщиков и техническую ликвидацию отрасли). Корректнее говорить не о росте, а о движении к восстановлению прежнего уровня «затрат на охрану труда». Зерна угроз крупных аварий закладываются в прошлом. Их вызревание не остановить покупкой «просто дешевого» оборудования, да и дорогого тоже: техника сама по себе безопасность не обеспечивает. Сегодняшние вложения – залог будущей безопасной промышленной добычи углеводородов. Существенную часть из них придется потратить задним числом. Уже не на безопасность, а на ликвидацию аварий в настоящем. Так, например, на восстановление междуреченской шахты «Распадская» после аварии 8-9 мая 2010 г. предполагалось потратить около 10 млрд рублей (об этом заявил В.Путин на встрече с шахтерами в Новокузнецке 24.06.2010 г. [171]).

Затраты на безопасность невозможно отложить и потом нагнать скачком. Девятикратный рост вложений 2008 г. не может механистически компенсировать провал 1998 г. В обеспечении безопасности важны абсолютные величины планомерных ежегодных вложений. Несмотря на рост «затрат на охрану труда» сначала придется пожать недовложения в безопасность из прошлого. Кроме того, само производство сократилось (например, по добыче угля отброшено более чем на сорок лет назад), а с ним и доля средств на безопасность в абсолютном (да и в относительном) выражении – потери в экономии на масштабах производства ударяют по дорогостоящим капиталоемким мерам (коллективного, пассивного) обеспечения безопасности – например, для добычи полезных ископаемых в основном определяются обслуживанием и поддержанием инфраструктур подземного пространства.

Промышленная безопасность на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса обеспечивается предупреждением возникновения аварий и сокращением тяжести их возможных последствий. В спектре аварийных

опасностей наибольшую угрозу представляют возможности возникновения КПА, которые зарождаются и вызревают в лоне всего потока аварийности и травматизма. Для анализа опасности КПА важно знать общеотраслевые характеристики явления аварийности и травматизма в целом, и степень доминирования в нем угроз КПА.

В следующих подразделах кратко рассмотрим состояние аварийности и травматизма в ключевых отраслях топливной промышленности России в годы становления, развития и реформ. Характерный постиндустриальный вектор деиндустриализации задала реформа по реструктуризации отечественного углепрома, трагический опыт КПА в котором важен и для нефтегазовой промышленности. В разрезе добывающей и топливной промышленности российская угледобыча базируется на более раннем технологическом укладе по сравнению с нефтегазовым комплексом. Поэтому опыт аварий до и после реформ, в т.ч. тяжелых, там более обширен, а их уроки, вкл. подходы к оценке опасности КПА, могут и должны быть в методическом плане учтены в анализе опасностей КПА для нефтегазового комплекса.

2.3 Промышленные аварии при реструктуризации и реформировании добывающей и топливной промышленности

Вследствие относительной редкости возникновения внутриотраслевых КПА в нефтегазовом комплексе целесообразно вырабатывать методические подходы для анализа опасностей КПА с использованием более продолжительного опыта наблюдения и исследования КПА в смежных отраслях добывающей и топливной промышленности, в первую очередь в подземной угледобыче, где происходили наиболее известные КПА в нашей стране. Технологические различия добычи и переработки твердых, жидких и газообразных углеводорородов из полезных ископаемых, безусловно, накладывают ограничения на прямые аналогии рассмотрения КПА в угледобывающей и нефтегазовой промышленности. В угледобыче КПА происходят в основном в подземном пространстве, а в НГК –

уже при обращении на поверхности с добытым углеводородным сырьем. Различны и хорошо изучены типовые физико-химические механизмы формирования аварийных причин внезапного высвобождения энергии как непосредственно обращающихся (например, метан при магистральной транспортировке), так и опосредованно образующихся (например, метанопылевые смеси в шахте) опасных веществ на производственных объектах добывающей и топливной промышленности. Вместе с тем слабоизученным остается вопрос влияния трансформационных производственных изменений в отрасли на опасность промышленных аварий. В этом контексте опыт реструктуризации отечественного углепрома очень важен и для нефтегазовой отрасли.

С 1990-х гг. Россия существенно снизила долю основных добываемых топливно-энергетических полезных ископаемых, остающихся на потребление после экспорта энергоресурсов, например, по нефти и нефтепродуктам с 70 до 30 % [139, 167]. В годы реформ в хозяйство и промышленность РФ поступало существенно меньше «исходной» энергии, поэтому и промышленных аварий должно было быть меньше, что в среднем и наблюдалось. Но перераспределение информационных и энергетических потоков увеличило проявления угроз КПА.

Для оценки аварийных опасностей в недавних постиндустриальных реформах рассмотрим динамику изменений объемов производства и аварийности на примере отечественной добычи угля. В отличие от развивающейся нефтегазовой промышленности история тяжелых аварий в угледобыче достаточно хорошо задокументирована и отражает все периоды становления, развития и реструктуризации большой энергонагруженной и аварийноопасной добывающей отрасли. Угольная промышленность России стала энергетической базой индустриализации 1930-х гг., а с начала 1960-х гг. выросла в современный энергообеспечивающий комплекс с приоритетом развития более безопасной открытой добычи. С конца XX в. в угледобыче России особенно выделяется период подготовки и старта радикальных реформ (1985-1993 гг.), активной фазы реструктуризации (1994-2000 гг.) и ее последствий (2001-2015 гг.). Наиболее

тяжелые и крупные аварии происходили в России на переходных этапах индустриализации и реструктуризации.

Реструктуризация углепрома [172, 173], как традиционной отрасли энергообеспечения, проходила в РФ в качестве упреждающего и пилотного этапа более общей реформы деиндустриализации. Энергетический голод – важный этап остановки производств, ведь «уголь – это настоящий хлеб промышленности».

Добыча угля снизилась за годы реформы резко, примерно в 2 раза к 1998 г. Более безопасная открытая добыча восстановлена на дореформенном уровне 1990 г., а в опасной подземной добыче после двукратного спада в 1990-1998 гг. стабилизирован уровень в 100 млн тонн/год. В целом добыча угля за 1999-2015 гг. восстановлена на уровне сорокалетней давности.

За 1990–2010 гг. экспорт угля из РФ вырос почти в 4 раза, а внутренне потребление сократилось в 1,8 раза. Если в 1990 г. на душу населения потреблялось 2,75 т угля, то к 1998 г. оно снизилось до 1,52 т и далее стабилизировалось (в 2010 г. – 1,54 т.) При этом в отрасли происходило быстрое выбытие основных фондов (8,8% в 1996 г. и 8,4% в 1997 г.) при резком снижении темпов обновления – ввода в действие новых основных фондов. В послевоенное время в РСФСР ежегодно вводилось мощностей по добыче угля примерно на 10,2 млн т, а в годы реформ (1991-2014 гг.) на треть меньше – 6,3 млн т. По данным Ростехнадзора в целом по отрасли на 2014 г., количество основных производственных фондов, эксплуатирующихся по истечении срока использования, составляет порядка[1]: подъемные установки – 82 %, вентиляторные установки 65 %, шахтные электровозы – 80 %, очистные механизированные комплексы 12 %, экскаваторы 9 %, бульдозеры 11 %, самосвалы (землевозы) 7 %.

Масштабы проведенной деиндустриализации хорошо видны по динамике численности шахтеров и числа угольных шахт. Шахты закрывались и до реструктуризации, но именно в годы реформ уголь из 2/3 добывающих шахт

[1] Информация о состоянии оборудования (энергетического, бурового и тяжелого машиностроения), используемого угледобывающими предприятиями. Ростехнадзор, 2015 г. (http://gosnadzor.ru/activity/analiz/ugledobycha).

оказался не востребованным на рынке. Ненужными оказались и более 225 тыс. шахтеров: их численность снизилась более чем в 5 раз [139, 167].

Согласованный с Международным банком реконструкции и развития первый официальный этап по реструктуризации российской угольной отрасли 1994-2007 гг. начинался и заканчивался символически: в 1994-1995 гг. крупнейшая государственная шахта «Распадская» в Междуреченске стала первым частным АОЗТ «Распадская и Ко», а 8-9 мая 2010 г. на шахте «Распадская» произошла одна из крупнейших аварий в истории отечественного углепрома. Сосредоточившись в реструктуризацию на экономических показателях (например, за счет ликвидации неконкурентоспособных, производительность труда[1] в группе оставшихся шахт и у шахтеров выросла в 1990–2010 гг. в 2,5 раза, рентабельность в 1988 г. - 6,9 %, а в 2008 г. - 19,7 %), повредили более фундаментальные достижения в безопасности отечественного углепрома. В 2008 г. директор шахты «Распадская» заявлял, что «вместо 19 лав оставили 4, зато повысили эффективность добычи» [175]. За несколько лет перед аварией 2010 г. шахта «Распадская» была самым эффективным предприятием в отрасли: в 2006-2007 гг. рентабельность ОАО «Распадская» превышала 50 %, в 2008 – 67 %, в 2009 г. – 51 %, но даже в год тяжелейшей аварии рентабельность составляла 48 % и только потом начала стремительно падать: 2011 г. – 44 %, в 2012 г. – 25 %. Свой сорокалетний юбилей в 2013 г. шахта «Распадская» встретила с рентабельностью в 5 %. В погоне за эффективностью упустили основной эффект производства и получили неприятный аварийный антиэффект (Рис. 18).

В 1990-х гг. удельная смертность шахтеров в среднем поднялась на 2/3, локально достигнув в 1997 г. 2,6 чел./млн т (Рис. 19). К концу 2000-х гг. ее удалось снизить до уровня 1991 г., вместе с тем значительно вырос разброс значений этого показателя: с ±6 % в1990 г. до ±65 % в относительно благополучном 2009 г.

[1] Официальные заявления о производительности труда в угольной промышленности противоречивы - подробнее рассмотрено в [139].

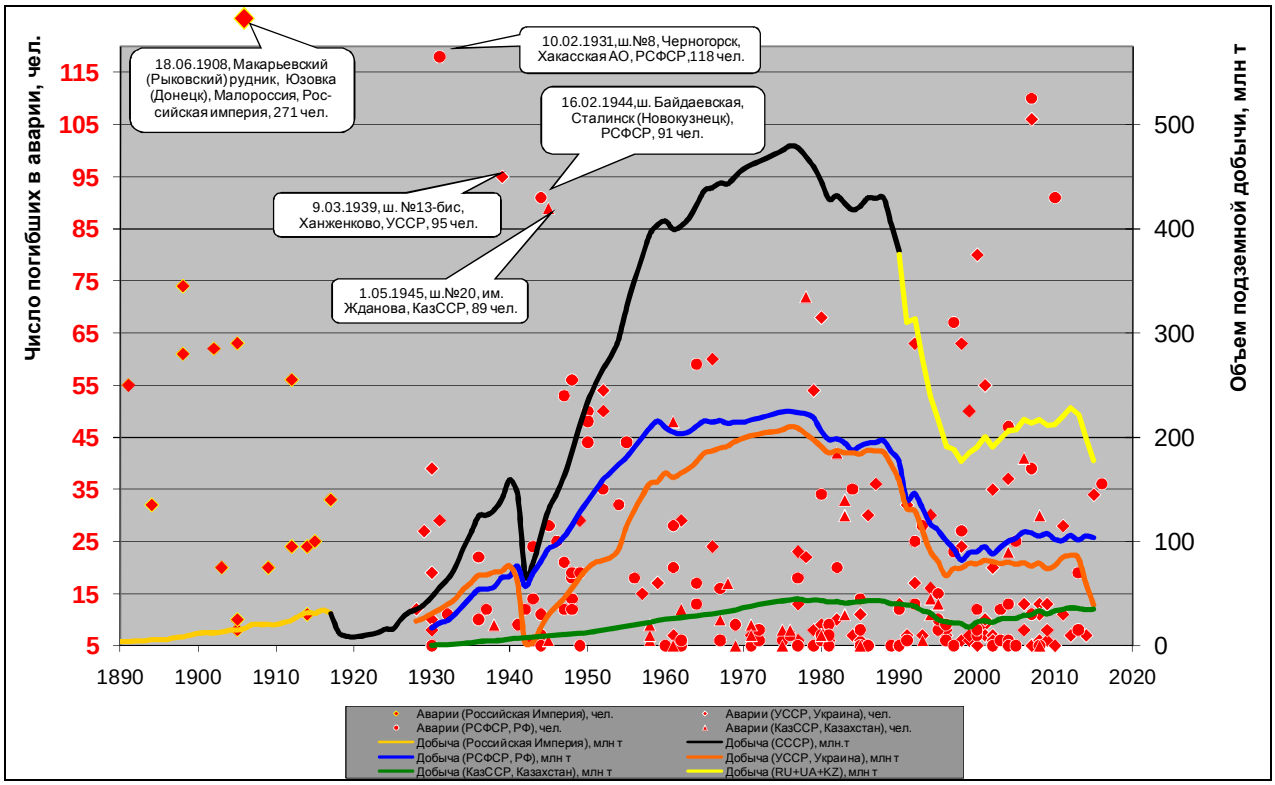


Рис. 18. Объемы подземной добычи угля и аварии на шахтах Российской империи, СССР, Российской Федерации, Украины и Республики Казахстан /составлено автором по данным открытых источников/

Примерно на уровень 1 погибший шахтер на 1 млн т подземной добычи новый углепром и вернулся в 2004 г. после основного этапа реструктуризации. Этот уровень шахтерской смертности стабилизировался вплоть до начала 2010-х гг., хотя добыча упала вдвое и закрыты более половины шахт[1] – в основном из числа наиболее опасных (нерентабельных). Но значения 1 погибший на 1 млн т добычи в СССР и в новой России несравнимы. В большой угледобывающей системе СССР всегда можно было выделить и оставить более безопасные шахты с добычей как в современной РФ. За время восстановительного роста 2000-2015 гг. в РФ вновь достигнут (восстановлен) уровень подземной угледобычи РСФСР конца 1940-х гг. (около 100 млн т/год). Тогда добыча была в основном опасной подземной, а сегодня таковой только треть. Несмотря на новые технологии управления и угледобычи по крупным авариям в конце 2000-х гг. тоже откатили к уровню 30-40-х гг. прошлого века (см. подробнее табл. 7 выше).

[1] Закрытие шахт продолжалось и в 2010-х гг. Министр энергетики докладывал Председателю правительства РФ 4 апреля 2016 г.: «За период с 1990 года значительно вырос удельный вес наиболее безопасного открытого способа добычи угля. Общее количество шахт сократилось на 169 технических единиц – с 239 до 70, то есть в три с половиной раза. Ликвидированы все 30 шахт в Подмосковном бассейне и все 27 шахт на Урале».

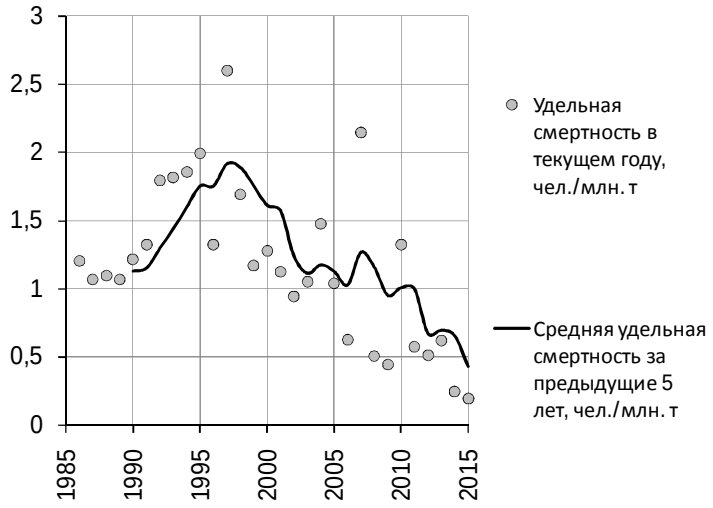


Рис. 19. Удельная смертность в подземной добыче угля в РСФСР и РФ, чел. на млн т добычи

Аварии на шахтах в СССР случались относительно часто (Рис. 20), но доля смертельных катастроф была невелика (обычно связаны с взрывами). Например, в РСФСР в 1980-е годы одна крупная авария (> 10 погибш.) приходилась в среднем на 313 регистрировавшихся аварий, в РФ в 1990-е – одна на 86, а в 2000-е – уже одна на 33. Трагическое ценное новое знание о происшедших авариях перестало поступать в широкий доступ и не работало на предупреждение будущих аварий.

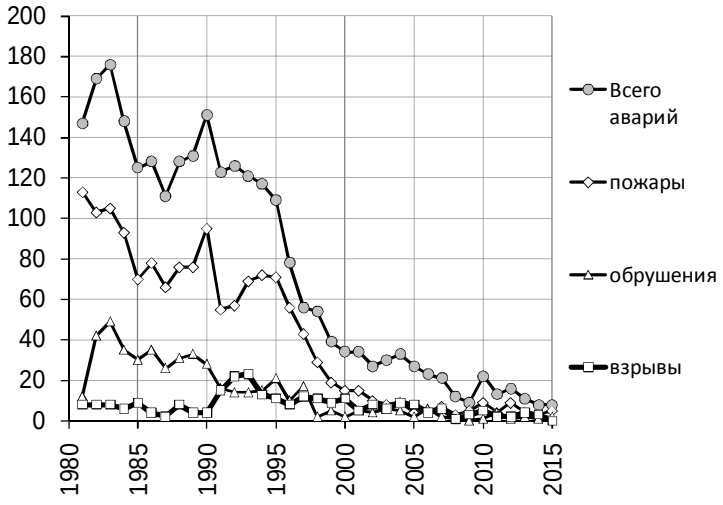


Рис. 20. Количество официально зарегистрированных аварий, пожаров, обрушений и взрывов на шахтах РСФСР и РФ

/Составлено автором по официальным данным Минуглепрома СССР, Госгортехнадзора России и Ростехнадзора/

Режим секретности о количестве аварий и числа в них погибших почти не мешал научному исследованию собственно причин аварий, накоплению и использованию новых знаний по предупреждению катастроф. Каждая авария

исследовалась[1] специализированными отраслевыми НИИ, а полученные прикладные результаты о необходимых мерах безопасности директивно доводились до всех союзных углепромышленников (информационные письма, аналитические отчеты, изменения в правилах промышленной безопасности и т.п.) что, как правило, завершалось практическим внедрением новшеств (инноваций). Здесь трудно переоценить необходимость и важность отечественного научного знания [176], наглядно приоткрывшего «аварии незнания».

После реструктуризации российского углепрома практически все показатели опасности крупных промышленных аварий существенно ухудшились (табл. 10): почти втрое возросло число в них погибших (с 115 до 337 чел.), более чем вдвое увеличилось среднее число погибших (с 23 до 48 чел.) и почти в 7 раз выросла удельная смертность в них (с 0,05 до 0,33 чел./млн т подземной добычи).

табл. 10

Отдельные показатели опасности крупных промышленных аварий в российском углепроме за 1980-2010 гг.

Показатели аварийности и опасности крупных угольных аварий		Периоды рассмотрения, годы		
		1980-1990	1991-2000	2001-2010
1	Среднегодовая аварийность, ав./год,	142±12	86±23*)	23±5**)
2	Общее количество официально зарегистрированных аварий	1564	857	233
2.1	из них крупных (с числом погибших более 10 чел.)	5	9	7
3	Соотношение количества крупных аварий к общему количеству зарегистрированных аварий:	1:313	1:86	1:33
4	Общее число погибших в крупных авариях, чел:	115	218	337
5	Удельная смертность в крупных авариях, чел./млн т	0,054	0,198	0,333
7	Среднее число погибших в крупной аварии, чел.	23,0	24,2	48,1
8	Условное количество крупных аварий, приведенное к числу погибших (1 авария с гибелью 100 чел. принимается эквивалентной 10 авариям с гибелью 10 чел.)	11,5	21,8	33,7
9	Удельная частость условных крупных аварий, шахт-аварий/млн т	13.9±0.3	36.6±3.7	32.4±2.2

*) наблюдалось резкое снижение аварийности с 150 до 34 ав./год;
**) отмечалось умеренное снижение аварийности с 34 до 17 ав./год.

Значительно изменилась и удельная частость крупных угольных аварий – отнормированное по тяжести количество таких аварий[2], отнесенное к

[1] Для расследования крупных аварий создавались правительственные комиссии, возглавляемые вплоть до председателей советов министров советских республик (Б.А. Ашимов, А.П. Ляшко).
[2] 1 авария с гибелью 100 чел. условно принимается эквивалентной 10 авариям с гибелью 10 чел.

среднегодовой интенсивности добычи одной шахты. Если в 1980-е гг. в РСФСР ежегодно фиксировалось в среднем 13,9±0,3 шахто-случаев условных крупных аварий на 1 млн т подземной добычи, то в РФ в 1990-е гг. наблюдался резкий, почти трехкратный, рост этого показателя до 36,6±3,7, а в 2000-е гг. его незначительное снижение – до 32,4±2,2 шахт-аварий/млн т.

Средняя доля наиболее опасных аварий (Рис. 21) со взрывами (горением, вспышками) газа и угольной пыли в общем количестве регистрируемых (см. выше Рис. 20) аварий выросла за 1990-2000-е годы более чем в 7 раз - с 3,5 до 25% (в начале 2010–х гг. – 22%).

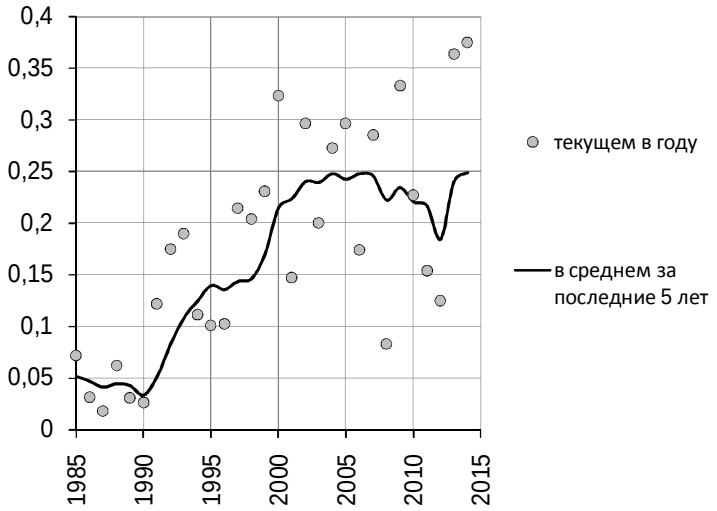


Рис. 21. Доля взрывов в общем количестве зарегистрированных аварий в угольных шахтах в РСФСР и РФ

Особо тяжелые аварии происходили в РСФСР и РФ только на этапах индустриализации и деиндустриализации углепрома. По количеству и распределению тяжести крупных угольных аварий с числом погибших более 50 чел. новая Россия за двадцать пять лет реформ уже опередила послевоенную РСФСР (см. на Рис. 22 значительное расхождение соответствующих функций распределения), но еще пока добыла в шахтах втрое меньше угля (см. Рис. 18).

После реформы технического регулирования трагически возникающее новое и ценное антикризисное знание слабо извлекается из уроков произошедших аварии, а в доступных каналах научно-технической противоаварийной информации обращаются ссылки на уже плохо применимый советский опыт и еще хуже применимую имитацию западной «лучшей международной практики».

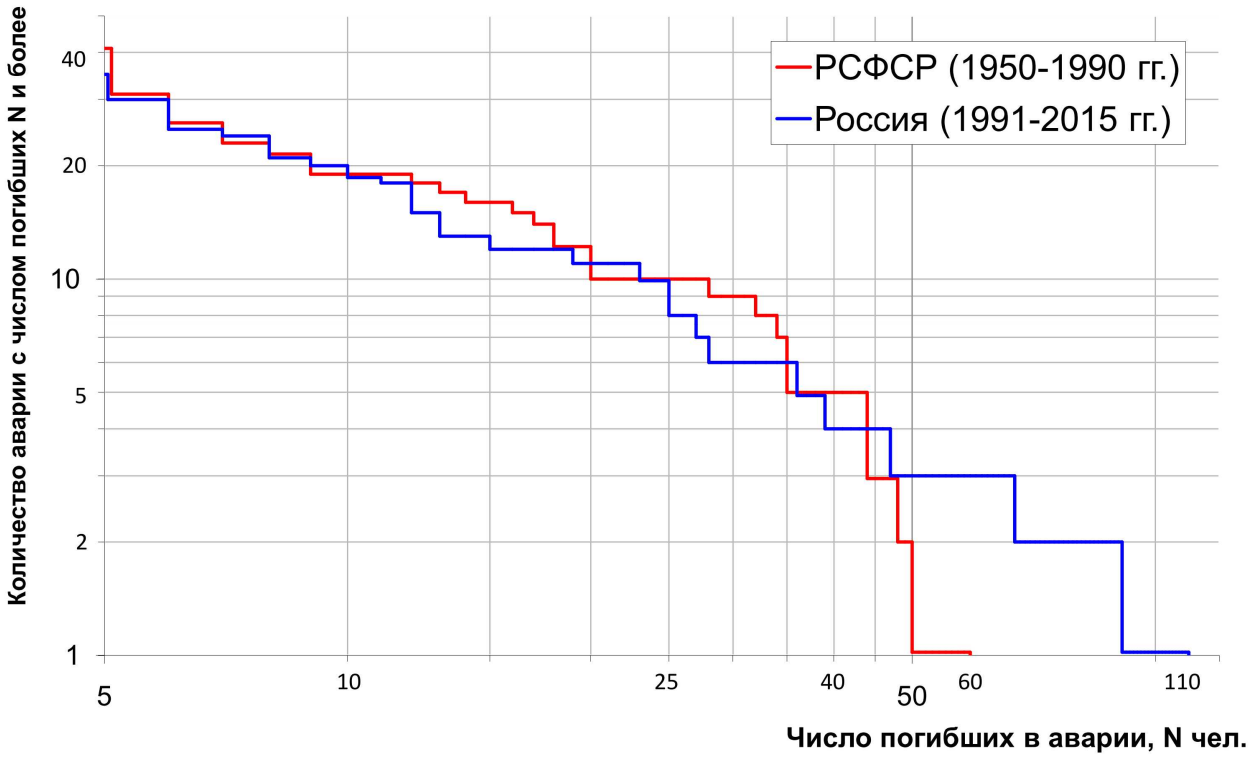


Рис. 22. Функция распределения числа погибших в подземных угольных авариях с гибелью 5 и более человек

Факты крупных аварий в угольных шахтах всегда становятся важным информационным поводом для обсуждения кризисных проблем индустриализма и перехода в постиндустриализм. При этом зачастую оперируют сравнением средних величин смертельных потерь и числа аварий в шахтах угледобывающих стран. Уникальные групповые смертельные опасности крупных аварий плохо отражаются среднеотраслевыми смертельными потерями. В зависимости от конъюнктуры могут даваться даже взаимоисключающие оценочные выводы о степени безопасности и даже цивилизованности угольной промышленности [177].

Стандартные показатели смертельной опасности (число погибших на миллион тонн добычи, погибших на число рискующих и т.п. [178,179]), применимые для относительно стабильных периодов угледобычи, в переходные и пореформенные периоды стали малопоказательными. По ним в среднем аварийность и травматизм падали (Рис. 19, Рис. 20), а в отрасли происходили тяжелые аварии (Рис. 18, Рис. 22).

Особенности восприятия в массовом сознании опасности групповой гибели людей в первую очередь объясняются уникальностью образа трагедии. Если трагедии повторяются, то они перестают быть крупными, становятся «обыденными». Если считать, что «трагедии в угольной отрасли в России продолжаются в привычном темпе» [177], то это уже вовсе не трагедии, а обычная и принятая «норма опасности». Но более важен и показателен не «привычный темп» трагедий, а его изменение, – качественное и количественное.

При регистрации к крупным промышленным авариям в зарубежной практике обычно относят аварии с гибелью более 10 чел. Для современной западной угольной промышленности этот критерий еще жестче – более 5 погибших. Данный критерий – «плавающий», его значение может достаточно сильно корректироваться в разных странах и в разные периоды средствами массовой коммуникации. Из последних примеров можно отметить существенно больший информационный отклик в СМИ на аварию на шахте «Северная» в 2016 г. (погибли 36 чел.) в сравнении с предыдущей крупной угольной аварией на шахте «Воркутинская» в 2013 г. (тогда погибли 19 чел.). Крупные аварии – уникальные и относительно редкие события. Для оценки их опасности и сравнения [180, 181] необходимы определенные допущения.

Во-первых, из рассмотрения в качестве крупных могут быть исключены наиболее многочисленные групповые несчастные случаи (крупные не могут быть привычными). Например, на Рис. 18 хорошо видно, что аварии с гибелью 5-8 чел. для угледобывающих стран бывшего СССР престали быть уникальными в 2000-х гг. (для США это 1960-1970-е гг. [182, 183]). При риск-ориентированных сравнениях групповых смертельных опасностей весь разнородный массив происшедших КПА оценивается количеством условных аварий, - например, «минимальных» КПА с гибелью 10 чел. (или «последних» с гибелью 36 чел). Первоначально может быть сделано допущение о линейном характере восприятия нарастания числа и тяжести крупных аварий (см. выше табл. 10): одна авария с гибелью X чел. по тяжести эквивалентна X/10 условным авариям с гибелью 10 чел.

Во-вторых, энергетические предпосылки аварий в первом приближении оцениваются только объемом подземной добычи угля, косвенно отражающим опасности связанные с глубиной добычи и метаноопасностью разрабатываемых пластов. Сделано консервативное предположение о линейном росте опасностей аварий с увеличением добычи, – при прочих равных большие системы обеспечения безопасности более эффективны (сказывается эффект масштаба).

Для оценки опасностей КПА разработаны риск-ориентированные индикаторы частоты возникновения и крупности их угроз: среднее число погибших в КПА и количество условных КПА, N_Z:

$$N_Z = \frac{C_\Sigma}{Z \cdot M} \qquad (3)$$

где C_Σ – общее число погибших во всех КПА за рассматриваемый период, чел;
Z_C – условная крупность КПА по единовременному числу погибших, чел;
M – масштабность производственной деятельности (объем добычи, т; период добычи, лет).

Ф-ла (3) является частным случаем предложенного выше показателя апостериорной оценки опасности КПА, в котором учтена только крупность по числу погибших Z_C – см. ф-лу (2) в подразделе 1.5.

В Табл. 11 ниже представлены результирующие оценки специальных индикаторов опасностей КПА для 25-летних периодов разработки подземных месторождений угледобывающих США и исторической России, оцененные по формуле (3).

Сравнение позднесоветских (1966-1990 гг.) и реформаторских (1991-2015 гг.) четвертьвековых периодов добычи показывает, что опасности КПА в отечественном углепроме резко выросли и существенно не снижаются. Если в позднесоветский период в РСФСР ежегодно происходила одна условная авария с гибелью 10 чел., то в пореформенный – три. Более чем вдвое выросло и среднее число погибших в одной КПА - с 10 до 21 чел./ав. На фоне двукратного падения среднегодовой подземной добычи, резко выросли упущенные опасности крупных угольных аварий: так отнесенное к объему добычи количество условных аварий, сходных по смертельной тяжести с недавней аварией на шахте «Северная» (36 погибших), выросло в пореформенной России более чем в 5 раз. Рост и последовавшая стабилизация пореформенных уровней опасности крупных аварий показывают, что «переходный период» вовсе не закончился после

реструктуризации – отрасль загнали реформами в положение, когда крупные аварии стали «нормой», причем в разы худшей, и чем в советский период, и чем в современных США.

Табл. 11

Объемы подземной угледобычи и опасности крупных шахтных аварий в исторической России и США

Страна (период наблюдения)	Объем подземной добычи угля		Аварии с гибелью более пяти шахтеров			Условные крупные аварии с гибелью шахтеров	
	Всего, трлн т	Среднегодовой, млн т	Число аварий	Число погибших	Среднее число погибших в одной аварии, чел./ав.	Среднегодовое количество условных аварий с гибелью 10 чел.	Количество условных аварий с гибелью 36 чел. на 1 трлн т добычи
РСФСР (1966–1990)	5,2	207	26	268	10	1,1	1,4
Россия (1991–2015)	2,6	105	33	682	21	2,7	7,2
Россия (2001–2015)	1,5	102	17	413	24	2,8	7,5
США (1966–1990)	7,5	299	24	423	18	1,7	1,6
США (1991–2015)	8,4	335	6	73	12	0,3	0,2
СССР (1966–1990)	11,1	444	59	940	16	3,8	2,3
Угледобывающие страны бывш. СССР (1991–2015)	5,8	231	86	1709	20	6,8	8,2

По упущенным опасностям крупных угольных аварий значительно увеличилось отставание России от США, а еще больше оно возросло для всего постсоветского угледобывающего подземного пространства (Табл. 11). Часть причин определяется несопоставимыми горно-геологическими условиями добычи, а наблюдавшееся резкое увеличение разрыва во многом свидетельствует о внутреннем кризисе культуры безопасности, порожденном реструктуризацией. В реформы вместе с закрытием опасных шахт устранялся и непосредственный источник аварий, исчезали возможные жертвы. Подобное пассивное сокращение аварийного потенциала породило не только новые угрозы КПА, но и неизвестные ранее беспромышленные опасности, проявлявшиеся масштабными социально-экономическими бедствиями в бывших шахтерских регионах (см. [139]).

Высвобождающаяся в катастрофах «сила незнания» огромна: шахта строится и разрабатывается долго и трудно, а рушится мгновенно и «сама». Раньше эту

трагическую силу копили для поисков выхода из кризиса индустриализма (вкл. осмысление уроков Чернорбыля-1986, Уфы-1989), а теперь ком «катастроф незнания» сталкивает отреформированную РФ в смертельный антимодерн. Пореформенные КПА все отчетливее посылают сигналы вызревания новых постиндустриальных угроз, которые вовсе не победить «человеко-рублем» из бытующих неолиберальных моделей саморегулирования безопасности.

Углепром – энергетический фундамент любой индустриальной культуры, поэтому его реструктуризация была необходима и неизбежна для трансформации отечественного хозяйства. Подобный анализ аварийности в период до, при и после реструктуризации и реформирования промпроизводств невозможно пока провести для всех отраслей добывающей и топливной промышленности вследствие отсутствия достоверных и главное сопоставимых исходных данных об аварийности в пред- и пореформенный период. Для нефтегазового комплекса и смежных отраслей промышленности проведена оценка фоновых показателей удельной аварийности в отраслевых системах поднадзорных опасных производств. В качестве исходных ниже использованы только официальные данные Ростехнадзора (по количеству зафиксированных аварий, числу погибших) и Росстата (по объему производства, масштабу деятельности и числу рискующих).

Известно, что эффективность – это соотношение того, что производится, с тем, что вкладывается в производство. Поэтому по аналогии целесообразно рассматривать отношение масштаба производства к размеру аварийных потерь – т.е. недовложений и изъятий из производства (оцениваются числом фиксируемых аварий и травм, числом пострадавших, ущербом от аварий и другими абсолютными показателями). Аварийность и травматизм снижают и то, что производится, и то, что вкладывается. А вот насколько эффективно с этим удается справляться системам обеспечения безопасности, показывает динамика удельной аварийности в отраслевых системах ОПО.

На Рис. 23 - Рис. 25 представлены полученные оценки изменения индексов (1997 г. = 100) показателей удельной аварийности в поднадзорных отраслях опасных производств России в 1990-2010-х гг.

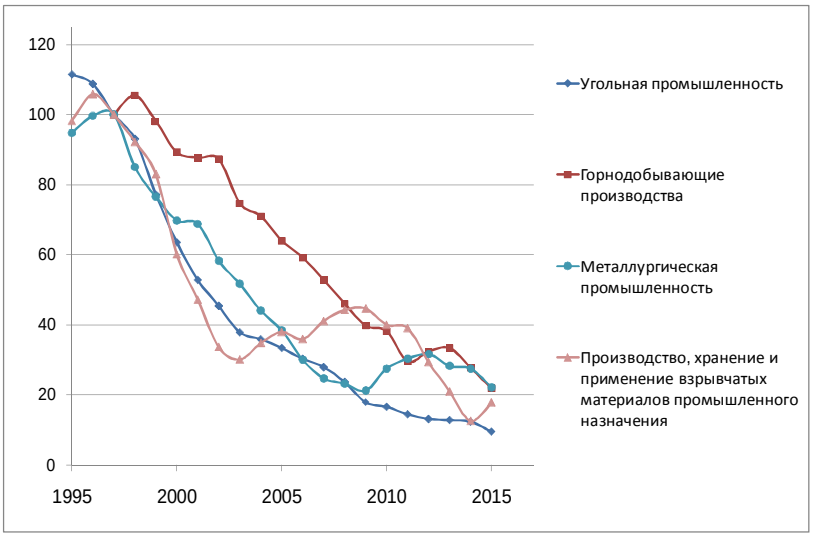


Рис. 23 Индексы удельной аварийности на опасных производственных объектах горно-металлургического комплекса (1997 г. = 100),
/среднее за предыдущие 5 лет число аварий, соотнесенное с масштабом производства/

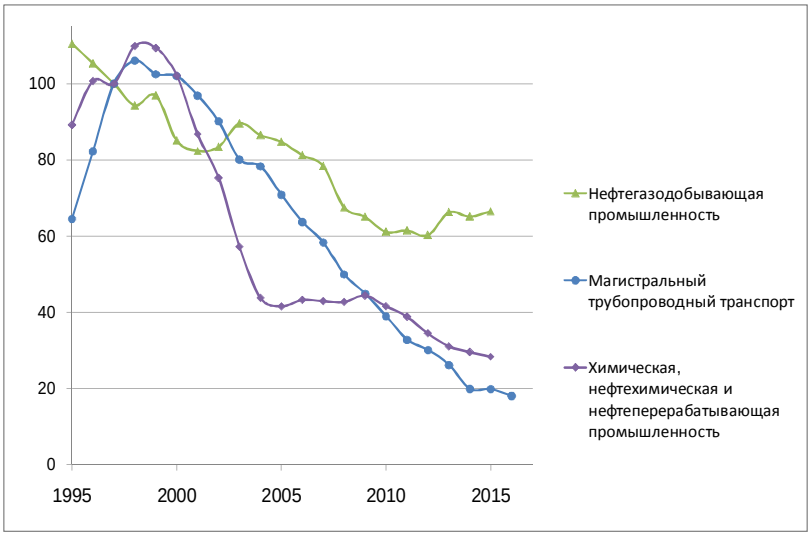


Рис. 24. Индексы удельной аварийности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса (1997 г. = 100),
/среднее за предыдущие 5 лет число аварий, соотнесенное с масштабом производства/

В 1997 г. удельная аварийность на ОПО составляла (в среднем за 5 предыдущих лет): в угольной промышленности – 33 аварии на 100 млн т добытого угля; на горнодобывающих производствах – 15 аварий на трлн куб. м добытой горной массы; в металлургической промышленности – 5 аварий на 100 млн т произведенной продукции; в производстве, хранении и применении

взрывчатых материалов промышленного назначения – 10 аварий на млн т расходуемых взрывчатых веществ.

В 1997 г. удельная аварийность на ОПО составляла (в среднем за 5 предыдущих лет): на нефтегазодобывающих производствах – 17 аварии на млрд т добычи условного топлива; на магистральном трубопроводном транспорте – 29 аварий на трлн т-км грузооборота; в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности – 16 аварий на 100 млн т произведенной продукции.

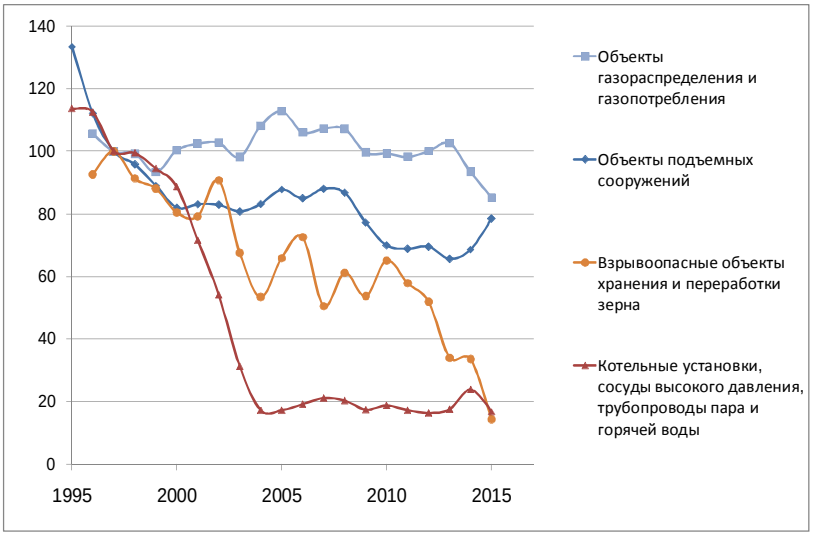


Рис. 25. Индексы удельной аварийности на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления, на объектах подъемных сооружений, на взрывоопасных объектах хранения и переработки зерна, на котельных установках, сосудах высокого давления, трубопроводах пара и горячей воды (1997 г. = 100),
/среднее за предыдущие 5 лет число аварий, соотнесенное с масштабом производства/

В 1997 г. удельная аварийность на ОПО составляла (в среднем за 5 предыдущих лет): на объектах газораспределения и газопотребления – 9 аварий на 100 млрд куб. м потребляемого газа; на объектах подъемных сооружений – 7 аварий на 100 тыс. сооружений; на взрывоопасных объектах хранения и переработки зерна – 4 аварии на 100 млн т собранного зерна; на котельных установках, сосудах высокого давления, трубопроводах пара и горячей воды – 14 аварий на 1 млрд Гкал распределенной теплоэнергии.

Из Рис. 23 - Рис. 25 видно, что тенденция планомерного снижения аварийности началась и оформилась практически сразу после начала реализации положений ФЗ-116 [76]: был наведен минимальный порядок в «рыночной стихии» - и сразу показатели удельной аварийности поползли вниз, неуклонно.

Некоторые эксперты склонны не рассматривать неприятные результаты реформ, декларируя, что ничего особенного в 1990-е гг. с аварийностью не происходило: число фиксируемых аварий падало всегда – и до 1990-х гг. и после, это некая общеизвестная и неумолимая тенденция технологического прогресса. Действительно, число аварий падало – это известно. Но падало и производство – это позабылось (подробнее см. в [139, 167]). Насколько соразмерно они изменялись на *О*пасных и одновременно *П*роизводственных *О*бъектах? При наблюдавшемся промышленном спаде в середине 1990-х гг. число аварий должно было снижаться гораздо сильней, – а наблюдался даже рост по удельным показателям «опасность на единицу производства». Когда система сильно изменяется (например, российская промышленность в годы радикальной деиндустриализации 1990-х гг.) привычные сведения об аварийности и травматизме перестают быть показательными (число аварий, число травм и т.п.). В таких случаях всегда ищут более адекватные показатели исследуемых свойств – показатели изменений (вместо уже привычных и освоенных «показателей прогресса»).

Для выявления угроз крупных аварий целесообразно оперировать их условным числом, включающим весовые показатели групповой летальности, размера аварийного ущерба и нарушений условий жизнедеятельности, соотнесенных с результативностью производственной деятельности. Такое условное среднеотраслевое число крупных аварий становится во многом и показателем репутационных потерь от ненадлежащего предупреждения угроз КПА. Для выявления угроз важно оценивать не уровни опасностей, а их краткосрочное изменение и долгосрочную динамику.

Изменения фоновых показателей аварийности соотнесенной с масштабом производственной деятельности – представительные индикаторы эффективности внедрения и использования как «старых» традиционных, так и «новых» риск-ориентированных инструментов регулирования промышленной безопасности.

В следующих подразделах более подробно рассмотрим, что происходило с промышленным развитием и промышленными опасностями в других базовых

отраслях российского ТЭК, – в нефтегазодобывающем комплексе, на магистральном трубопроводном транспорте и в нефтегазоперерабатывающей промышленности.

2.4 Опасности промышленных аварий модернизационных программ импортозамещения в нефтегазодобывающей промышленности

Современные программы импортозамещения выступают одной из форм защитной технологической модернизации (типа МЗ – см. подробнее в подразделе 2.1.1). Импортозамещение — вытеснение импорта товарами, произведёнными внутри страны. Несмотря на глобальный характер обмена товаров и услуг, «главные вещи делайте сами», сколько бы они не стоили.

В нефтегазовом комплексе в условиях антироссийских санкций с 2014 г. проблема импортозамещения продукции машиностроения стоит весьма остро. Эта внесанкционная проблема – результат деиндустриализации, концептуально разработанной и легитимированной академиком А.Н. Яковлевым [184].

Добыча и переработка углеводородного сырья имеет важное значение для смягчения нынешнего положения России, а также для накопления средств для выхода из кризиса и будущего развития. Однако в добыче приближается критический период истощения тех месторождений, которые были разведаны и обустроены в советское время, хотя многие из них пока законсервированы, а эксплуатируются лишь наиболее рентабельные.

Вести такую разведку мог только мощный государственный научно-производственный комплекс. Приватизация промышленных предприятий и демонтаж отраслевой научно-технической системы парализовали геологоразведку. Сегодня остро необходимо ее расширение (в т.ч. на шельфе[1]), однако с начала реформы происходило быстрое свертывание разведочного бурения. При сохранении курса реформ 1990-х гг. в перспективе возможности

[1] Россия уже "опоздала с импортозамещением оборудования на шельфе" и без "интеграции с другими странами, имеющими опыт в этой сфере", не обойтись, заявил 22.09.2015 вице-премьер Александр Хлопонин (http://kommersant.ru/doc/2815995).

значительного роста добычи малы, т.к. с конца 1980-х гг. глубокое *разведочное* бурение на нефть и газ резко сократилось (Рис. 26).

По данным Минпромторга РФ оборудование, использующееся в России для добычи нефти и газа, существенно изношено (буровое – на 50 %, трубопроводное – на 65 %). С 1990-х гг. российские нефтегазосервисные компании в несколько раз больше тратили на поддержание текущей эксплуатации, чем на расширение производства, и результатом стало то, что на 2012 г. только 17 % буровых установок изготовлены после 2000 г., а 63% – в 1980-х гг. В Минпромторге РФ считают, что есть тенденция к почти полному вытеснению российских производителей оборудования с внутреннего рынка[1].

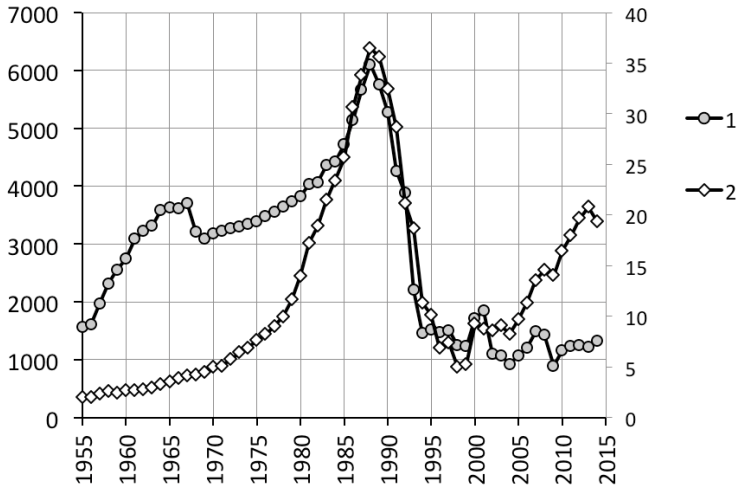


Рис. 26. Бурение на нефть и газ в РСФСР и РФ, тыс. м:
1 – глубокое разведочное (левая шкала, тыс. м);
2 – эксплуатационное (правая шкала, тыс. км)

По данным Ростехнадзора[2] по состоянию на 2014 г. общее количество бурового оборудования в составляет – 2265 единиц из него, с нормативным сроком эксплуатации – 825 (36,6 %), с истекшим сроком эксплуатации – 281 (12,4 %), с продленным сроком эксплуатации – 1159 (51,2%). В 2015 г. количество бурового и геофизического (геологоразведочного) оборудования находящегося в эксплуатации уменьшилось до 2167 единиц, при этом из них 62 % отработали свой нормативный срок, а 53 % имеют экспертизу промышленной безопасности с

[1] Бурите отечественным. "Коммерсантъ", №231 (5016), 06.12.2012.
[2] Информация о состоянии бурового оборудования в организациях топливно–энергетического комплекса. Ростехнадзор, 2015 (http://gosnadzor.ru/activity/analiz/neftegaz).

продлением сроков дальнейшей эксплуатации. Многократно б*о*льшие объемы бурения требуются при освоении разведанных месторождений.

Предполагаемый рост разведочных работ сразу обострит проблему обеспечения промышленной безопасности в нефтегазодобыче, существенно изменится ситуация с аварийными опасностями и при реализации программ импортозамещения машиностроительной продукции в нефтегазовом комплексе. Чтобы грядущий переход не стал аварийно-болезненным необходимо знать общее состояние, тенденции и фоновые показатели опасности аварий в нефтедобывающей промышленности.

На 25.12.2015 г. в госреестре Ростехнадзором было зарегистрировано 7287 ОПО нефтегазодобычи, из них: 302 участка ведения буровых работ, 2338 фондов скважин, 361 участок предварительной подготовки нефти, 945 площадок дожимных насосных станций и насосных станций, 612 пунктов подготовки и сбора нефти, 125 парков резервуарных, 2066 систем промысловых (межпромысловых) трубопроводов месторождений протяженностью 342 тыс. км, 125 промысловых компрессорных станций, 270 участков комплексной подготовки газа, 7 стационарных морских платформ, 10 плавучих буровых установок.

Аварийная опасность нефтегазодобычи во многом определяется технологической спецификой данной производственной деятельности и зависит от ее масштаба и интенсивности, от динамики разведки и добычи, и особенно от резких переходных трансформационных процессов в отрасли. Опасность и угрозы промышленных аварий существенно и качественно различается в периоды роста, стагнации, падения и восстановления любой отрасли промышленности, хотя их абсолютные количественные параметры аварийности и травматизма могут представляться одинаковыми.

За 1960-1970-е гг. в России был создан мощный нефтедобывающий комплекс, так что в 1980-е гг. добыча поддерживалась на уровне 550-570 млн т. К середине 1990-х гг. объем добычи упал до 301 млн т в 1996 г., а затем, начиная с 2000 г., поднялся до 470 млн т – в 2005 г., до 505 млн т – в 2010 г. и до 525 млн т – в 2014 г. При этом в 1991-2001 гг. происходило падение производительности труда

в отрасли с 3,8 до 1 тыс. т добытой нефти на одного занятого в нефтедобыче работника. С 2002 г. положение стало выправляться. В расчете на одного работника в 2010-2014 гг. добыто 3,3-3,7 тыс. т нефти, т.е. почти восстановлен уровень 1990 г. в 3,8 тыс. т (Рис. 27).

Бурение – одна из наиболее аварийно-опасных операций при добыче нефти и газа, поэтому восстановительный рост объемов бурения может в ближайшей перспективе сопровождаться и повышением абсолютных значений аварийности и травматизма в отрасли.

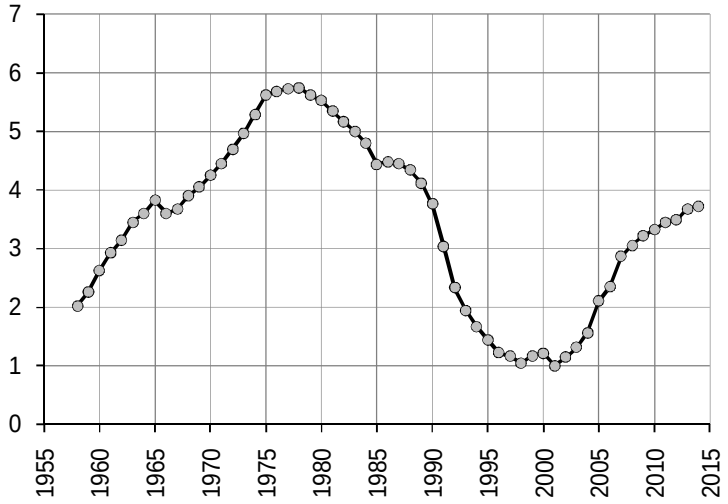


Рис. 27. Производительность труда в нефтедобывающей промышленности России, тыс. т добытой нефти на 1 работающего

По данным Росстата особенно резко увеличился темп износа основных фондов нефтегазодобычи после 2010 г. (Рис. 28) – к середине-концу 2010-х гг. могут быть достигнуты максимальные исторические уровни по степени износа основных фондов. Износ основных фондов – еще не приговор наступления промышленных аварий, при условии адекватного степени износа обхождения и обслуживания технологического оборудования, в т.ч. минимизации резких переходных и нештатных пуск-остановочных режимов в процессе эксплуатации.

По данным Ростехнадзора доля импортного оборудования на предприятиях нефтегазодобычи в 2013 году составила 29 %. Разброс значений этого среднего показателя существенный, например, доля импортного оборудования подготовки и сбора нефти и нефтепромысловых трубопроводов, в том числе, запорной арматуры, в компании ОАО «АНК «Башнефть» достигала 73 % в ФАО «Тоталь

РРР» - 90 %. Основными производителями импортного оборудования, эксплуатируемого на объектах российской нефтегазодобычи, являются США, Япония, Германия, Италия, Франция, Великобритания, на многих предприятиях эксплуатируется динамическое оборудование украинского производства.

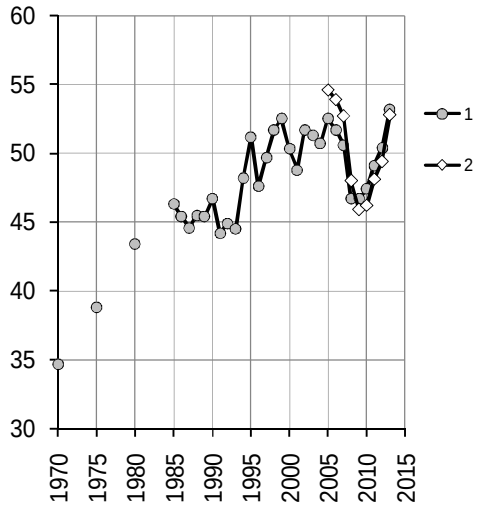


Рис. 28. Степень износа основных фондов в топливно-энергетических отраслях в РСФСР и РФ, %
1 – в топливной промышленности (с 2005 г. в добыче топливно-энергетических полезных ископаемых);
2 – в добыче сырой нефти и нефтяного (попутного) газа; извлечение фракций из нефтяного (попутного) газа

Применение старого нефтепромыслового оборудования осуществляется в основном на стареющих месторождениях в Республике Татарстан, Республике Башкортостан, Чеченской Республике, Республике Ингушетия, Самарской области, Краснодарском крае, где эксплуатация нефтяных и газовых месторождений осуществляется с начала 1940-х гг. Старение и износ основных производственных фондов остается главной отраслевой проблемой для нефтегазодобывающих производств.

Объекты и технические устройства нефтегазодобычи, выработавшие нормативный срок службы и эксплуатируемые более 25 лет, по статистической отчетности территориальных органов Ростехнадзора в 2015 г. составляли 48 % от общего количества оборудования нефтегазодобычи. В некоторых территориальных управлениях эксплуатируется буровое оборудование с законченным сроком эксплуатации. Так на 25.12.2015 г. в Енисейском управление с истекшим сроком 94 бурового оборудования, в Печорском 90 %, в Кавказском 95 %. Данные факты свидетельствуют об отсутствии на предприятиях ТЭК

комплексных долгосрочных программ по замене бурового оборудования. Предприятиями ТЭК принимаются лишь меры по диагностике эксплуатируемого бурового оборудования отработавшего нормативный срок.

По сведениям Ростехнадзора на первое полугодие 2014 г. в выборке промысловых (межпромысловых) трубопроводов из 49,3 тыс. ед., протяженностью – 262 тыс. км, сроки их эксплуатации составляли:

менее 5 лет – 10 571 ед.(21,4 %), 61 тыс. км (23,3 %);
от 5 до 10 лет – 18 783 ед. (38,2 %), 46 тыс. км (17,6 %);
от 10 до 20 лет – 19 405 ед. (39,1 %), 155 тыс. км (59 %);
свыше 20 лет – 574 ед. (1,3 %), 0,25 тыс. км (0,1 %).

До 40% от общего количества (почти 60% по протяженности) промысловых и межпромысловых трубопроводов эксплуатируется со сроком от 10 лет и больше, что свидетельствует о низком темпе замены изношенного оборудования и трубопроводов. Не на всех предприятиях разработаны и согласованы перспективные среднесрочные программы по ревизии и замене устаревшего и отработавшего установленный срок эксплуатации оборудования и трубопроводов.

Одна из основных мер предупреждения аварий при эксплуатации нефтепромыслового оборудования на ОПО – защита от коррозийного воздействия агрессивной среды, очистка от парафиноотложений и осуществление контроля коррозии.

Предприятиями нефтегазодобычи также принимаются меры по диагностике, защите от коррозии и замене промысловых трубопроводов отработавших установленный срок эксплуатации. Для предупреждения разгерметизации межпромысловых и нефтесборных трубопроводов проводятся мероприятия по защите от коррозии, включающие ингибиторную защиту трубопроводов, борьбу с сульфат восстанавливающими бактериями, очисткой трубопроводов чистящими устройствами (поршнями), что позволяет периодически удалять коррозионно-активную пластовую воду, отложения механических примесей и парафина. Оборудование с истекшим сроком эксплуатации продолжает использоваться после экспертизы промышленной безопасности.

Замена оборудования вертикально-интегрированными компаниями производится в рамках капитального ремонта и реконструкции нефтегазодобывающих производств. Об интенсивности данных работ косвенно свидетельствуют оперативные данные Росстата: в 2014 г. из 3577 ед. введенных в действие нефтяных скважин, только 4 ед. были введены за счет реконструкции (при эксплуатационном фонде скважин в 164 тыс. ед.). В 2005 г. удельный вес полностью изношенных основных фондов в организациях добычи сырой нефти и нефтяного (попутного) газа составлял 24%, в 2010 г. – 20 %, в 2013 г. – 24 %. Аналогичный показатель для организаций добычи природного газа и газового конденсата в 2010 г. составлял 30 %, а в 2013 г. – 36 %. В середине–конце 2000-х гг. выбытие изношенных основных фондов в российской нефтедобыче происходило примерно на треть быстрее, чем в первой половине 2010-х гг.

Относительный уровень опасности смертельного травмирования в нефтегазодобыче может быть оценен по данным Росстата: в 2005 г. численность смертельно пострадавших в добыче полезных ископаемых составляла 0,279 на 1000 работающих, в 2010 г. – 0,274, в 2012 г. – 0,205, в 2013 г. – 0,182 погибших на 1000 работающих (в 2,3 раза выше среднероссийского уровня по всем видам экономической деятельности). В 2012 г. численность смертельно пострадавших в добыче сырой нефти и природного газа (вкл. предоставление услуг в этих областях) составляла 0,112 погибших на 1000 работающих (на 45% ниже, чем в среднем по добывающей промышленности). Для сравнения - в подземной угледобыче этот показатель в 2013 г. составлял 1,18 погибших на 1000 работающих. Однако эти данные в недостаточной степени показывают тенденции изменения причин возникновения и тяжести производственного травматизма: межотраслевые соотношения опасности травмирования работающих изменяются только с крупными технологическими новациями.

В отрасли фиксируются и соответствующим образом расследуются несчастные случаи непосредственно связанные с технологией выполнения работ (в общем производственном травматизме доминируют несчастные случаи в дорожно-транспортных происшествиях, «затирающие» непосредственные

опасности производственной деятельности). Данные Ростехнадзора по смертельному травматизму на ОПО (в отличие от производственного травматизма в промышленности) более акцентировано фокусируются на аварийных опасностях производственных объектов.

Основные тенденции динамики смертельного травматизма на опасных производственных объектах нефтедобычи представлены на Рис. 29.

В 1990-1999 гг. наблюдался резкий спад добычи нефти с 516 до 305 млн т, однако абсолютный смертельный производственный травматизм практически не снижался – находился на уровне 20–28 погибших/год, а относительный рос в 1991–1994 гг. (с 5,2 до 8,8 смертей/100 млн т добытой нефти) и стагнировал в 1995–2000 гг. (на уровне ок. 7 смертей/100 млн т).

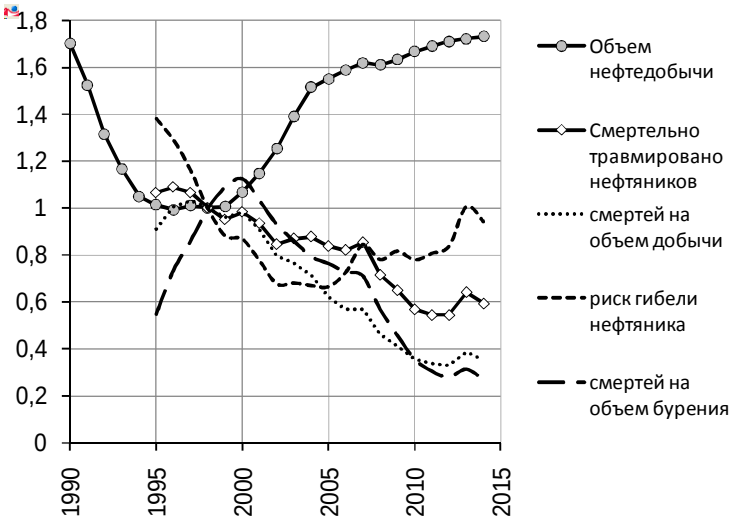


Рис. 29. Объемы добычи и показатели смертельного травматизма на опасных производствах нефтедобывающей промышленности России, условные индексы (1998 г.=1)

С 1990 г. наблюдался резкий спад объемов наиболее аварийноопасных операции бурения на нефть: эксплуатационного – более чем в три раза (вплоть до 2002 г.) и разведочного – более чем в 5 раз (см. Рис. 26). Число аварий в отрасли снизилось к 2002 г. примерно в два раза. С возобновлением роста эксплуатационного бурения (в ~2 раза от минимума 1996 г.) и при стагнации разведочного бурения в 1998–2014 гг. наблюдался рост (в ~1,5 раза) и затем стабилизация ежегодного числа аварий. Отметим, что частота аварий при эксплуатационном бурении в 3–4 раза ниже, чем при разведочном, а трудоемкость ликвидации – примерно в 1,5 раза.

Существенное снижение производительности труда к 2000 г. (Рис. 27) и увеличение численности занятых в отрасли обусловливает снижение (почти 4-кратное) удельного смертельного травматизма в 1991–2002 гг. Последующее восстановление роста (в ~3 раза) производительности труда в 2000–2013 гг. сопровождалось почти двукратным ростом риска гибели нефтяника (отношение число погибших на число работающих) – см. Рис. 29.

Спад в нефтедобыче 1990–2000 гг. экстенсивно снизил и опасности промышленных аварий – с отставанием, но в целом уменьшалось абсолютное число погибших и количество аварий, снижался удельный смертельный производственный травматизм.

Оживление и бурный рост добычи нефти в 2000–2005 гг. при стагнации эксплуатационного и разведочного бурения сопровождались незначительным ростом числа аварий и некоторым снижением абсолютного числа погибших (происходила загрузка «омертвленных мощностей»). Относительный смертельный травматизм на 100 млн т добычи сократился на 40 %, а риск гибели нефтяника – практически не изменился (ок. 7–8 смертей на 100 тыс. работающих).

В 2006–2015 гг. рост добычи нефти продолжился в несколько меньшем темпе, кроме того более чем вдвое выросли объемы эксплуатационного бурения. В этот же период абсолютное число смертельно травмированных сократилось еще почти на треть, а показатели удельного смертельного травматизм (и на объемы бурения и масштаб добычи) снизились почти вдвое. Вместе с тем риск гибели нефтяника вырос примерно на 20 % (см. Рис. 29).

Динамика показателей смертельного травматизма в нефтедобыче (Рис. 29) указывает, что в начале 2010-х гг. нефтегазодобывающая отрасль вышла из периода восстановительного роста и вошла в относительно стабильный производственно-технологический режим (т.н. «период насыщения»). В таком состоянии заметные количественные изменения возможны, как правило, только с существенными качественными подвижками как в непосредственно производственно-добычной сфере, так и в области обеспечения промышленной безопасности ОПО нефтегазодобывающей промышленности. Долгосрочно

планируемая модернизация добычи нефти и газа должна быть не только технологически инновационной, но и безопасной (практически все инновации первоначально встречаются «в штыки» из-за неизвестности порождаемых ими «непонятных» опасностей). Но и нежелательные сценарии «затухающей деиндустриализации» отрасли тоже требуют особого обеспечения промышленной безопасности в такие периоды (по опыту спада отрасли в начале 1990-х гг.).

В относительно стабильные периоды эксплуатации опасных производственных объектов (т.е. находящихся в состоянии гомеостаза) для анализа и оценки опасности аварий на них вполне пригодны традиционные показатели аварийности и травматизма. Если же основная производственная деятельность претерпевает существенные качественные и количественные изменения, то абсолютные показатели аварийности и травматизма необходимо дополнять риск-ориентированными показателями опасности аварий. Рассмотрим этот проблемный вопрос на примере обеспечения промышленной безопасности магистрального трубопроводного транспорта.

2.5 Состояние, тенденции и фоновые показатели опасности аварий на российских магистральных трубопроводах (нефте- и нефтепродуктопроводы, газопроводы)

Трубопроводный транспорт – прогрессивный, экономически выгодный вид транспорта, ему присущи: универсальность, отсутствие потерь грузов в процессе транспортировки при полной механизации и автоматизации трудоёмких погрузочно-разгрузочных работ, возврата тары и др. В результате этого снижается себестоимость транспортировки (например, для жидких грузов в 3 раза ниже по сравнению с перевозкой их по железным дорогам).

В целях исследования рассмотрим производственную деятельность и аварийные особенности магистрального трубопроводного транспорта России до, во время и после реформ 1990–2000-х гг.

Трубопроводный транспорт занимает в РФ лидирующее положение по грузообороту (с середины 1990-х гг. и вплоть до 2010 г. почти половина). Нефть,

нефтепродукты и природный газ – основные грузы магистрального трубопроводного транспорта России (в начале 2010-х гг. и грузооборот, и перевозки магистральными газопроводами и нефте/нефтепродуктопроводами примерно равны).

Еще в 1970 г. доля перевозок нефтяных грузов трубопроводным транспортом составляла 51 %, в 1985-90 гг. ее удалось существенно повысить до 62–63 %, а к концу 2000-х гг. она выросла до 66–67% (в нач. 2010-х гг. – 66 %).

Табл. 12

Перевозка нефтяных грузов по видам транспорта общего пользования, млн т

	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2013	2014
Железнодорожный	118	219	285	279	266	247	150	155	219	253	278	250	257
Трубопроводный	123	303	428	576	575	558	309	318	482	525	576	558	556
Морской[1)]	…	37	43	54	51	53	26	10	3,6	6,5	6,1	7,1	…
Внутренний водный	18	32	38	40	39	33	13	12	17	13	15	17	…

[1)] В 1970-1990 гг. отправлено грузов морским транспортом из морских торговых портов России независимо от принадлежности (флага) судна; с 1995 г. - перевозки грузов российскими судами независимо от порта отправления

Однако дореформенные уровни перевозки нефтяных грузов в РФ пока не достигнуты (в 1980 г. – 950 млн т, в 1990 г. – 891 млн т, в 2011 г. – 875 млн т, в 2013 г. – 832 млн т). Восстановлены и несколько превышены доперестроечные уровни перевозки нефтяных грузов только железнодорожным транспортом, а трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов по объемам перекачки в начале 2010-х гг. находится на уровне РСФСР конца 1970-х гг. (Рис. 30-*а*).

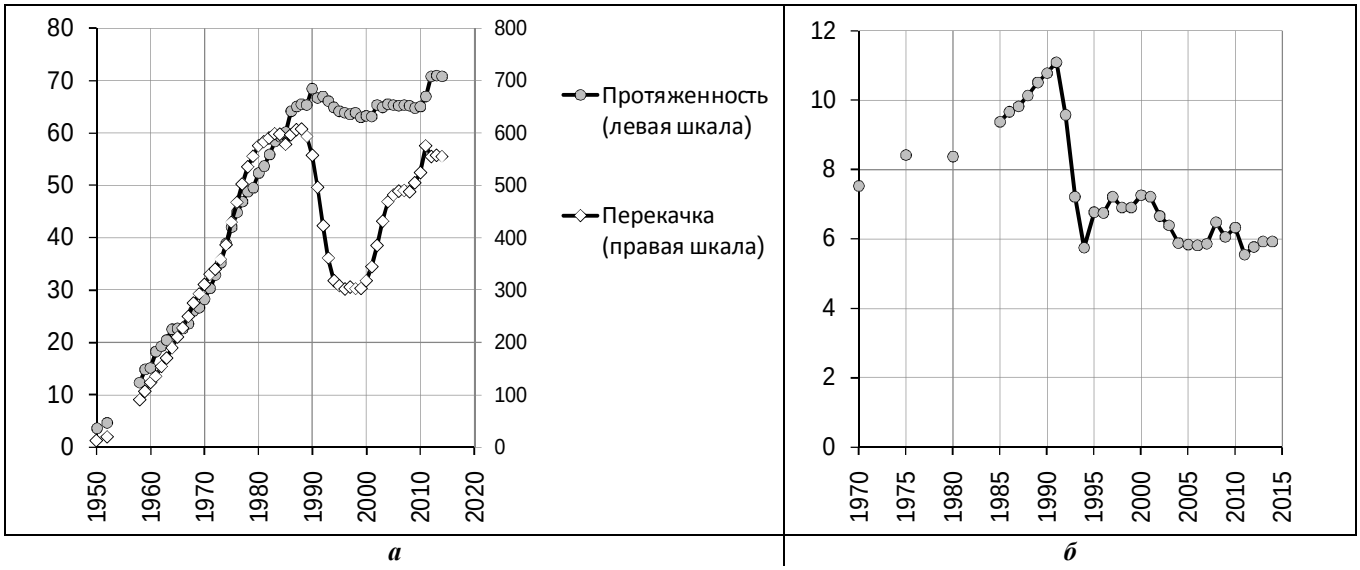


Рис. 30. Магистральные нефте- и нефтепродуктопроводы в РСФСР и РФ: *а* – протяженность (тыс. км) и перекачка (млн т); *б* – доля нефтепродуктов в перекачке нефтяных грузов, %

Доля нефтепродуктов в перекачке нефтяных грузов по магистральным трубопроводам сократилась почти вдвое: в 1990 г. – 11%, в 1995–1999 гг. – 7%, в 2000–2004 гг. – 6,7%, в 2005–2009 гг. – 6%, в 2010-2014 гг. – 5,9% (Рис. 30-*б*).

Протяженность магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов в 1990-2000-е гг. перестала расти, но и значительно не уменьшалась. Нефтепроводы за 1991-2014 гг. удлинились на 4% (на 2 тыс. км), а нефтепродуктопроводы на 2,6% (на 0,4 тыс. км), при этом 28% действующих в 2013 г. магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов были построены в годы реформ (т.е. эти трубопроводы были обновлены почти на треть).

Лидирующий среди других видов транспорта по грузообороту магистральный трубопроводный транспорт в части нефти и нефтепродуктов сократил к 1995 г. свой грузооборот на 46% - до уровня середины 1970-х гг. С 2000 г. начался восстановительный рост грузооборота нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах, и после 2005 г. здесь достигнут и вплоть до начала 2010-х гг. стабилизирован, уровень начала 1980-х гг.

В 1990-е гг. произошло падение *эффективности* использования трубопроводного и других видов транспорта. Одним из ее показателей служит густота транспортировки грузов по магистральным трубопроводам (*грузнапряженность*). Для магистральных трубопроводов нефти и нефтепродуктов ее падение к 1995 г. составило до 2 раз по сравнению с 1988 г. С середины 2000-х гг. в РФ восстановлен уровень конца 1970-х гг. (Рис. 31).

В меньшей степени в первые годы реформ сократились грузооборот и перекачка на магистральных газопроводах. К 1995 г. грузооборот здесь сократился на 15 % от уровня 1990 г. (Рис. 32), а перекачка – на 13 %). В 2014 г. отставание от дореформенного уровня удалось сократить по грузообороту до 10 %, а по перекачке газа – до 4 %. При этом протяженность магистральных газопроводов (почти линейно) выросла за 1991-2014 гг. на 23 % (на 33,3 тыс. км до 177,3 тыс. км). В 2013 г. 18 % эксплуатировавшихся магистральных газопроводов были построены в годы реформ.

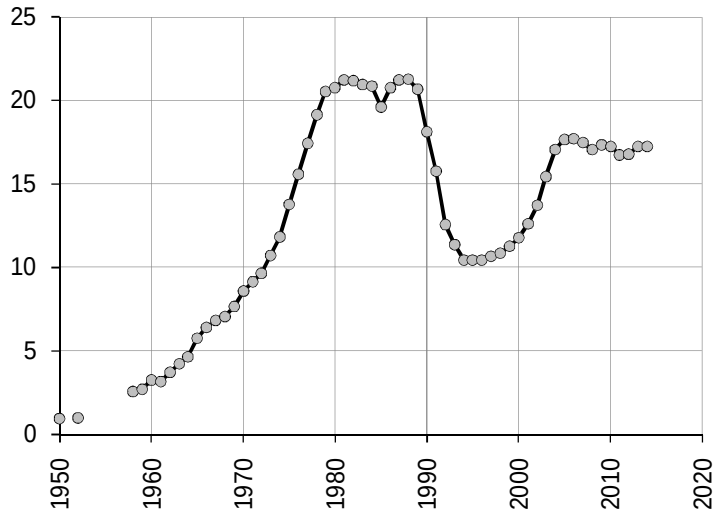


Рис. 31. Грузонапряженность магистральных трубопроводов нефти и нефтепродуктов в РСФСР и РФ, млн т-км на 1 км длины трубопроводов

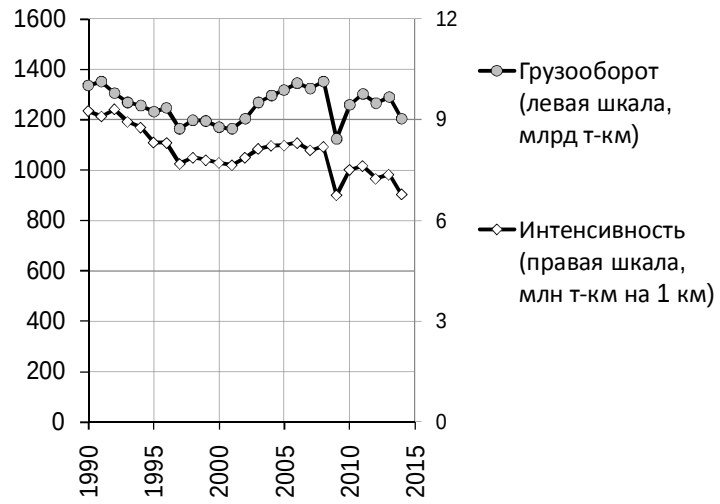


Рис. 32. Грузооборот (млрд тонно-км) и грузонапряженность (млн тонно-км на 1 км длины трубопроводов) магистрального газопроводного транспорта России

Грузонапряженность магистральных газопроводов (Рис. 32) снизилась в 1990-2009 гг. с 9,3 до 6,8 млн т-км на 1 км (в 2010 г. – 7,5, в 2014 г. – 6,8 млн т-км на 1 км). До 1990 г. сведения о длине и грузообороте газопроводов не включались в публикуемые статданные.

В 1990-е гг. магистральный трубопроводный транспорт РФ пострадал от деиндустриализации не так сильно, как в целом отечественные промышленность, транспорт и энергетика (см. подробнее [139]). Магистральный трубопроводный транспорт – важнейшее стратегическое звено экспортной цепочки отправок российских энергоносителей за рубеж. За ним следят внутри и вне новой России.

Крупные промышленные аварии здесь редки, но все же случаются. Одна из знаковых произошла на нефтеперекачивающей станции «Конда» 22.08.2009 г., как официально установлено из-за «*обстоятельства непреодолимой силы малоизученного природного явления - грозовой разряд*». 3 ноября 2012 г. на 16,8 км магистрального газопровода «Щитниково-Оборино 1-я нитка» в районе населенного пункта Алмазово Московской области произошел аварийный разрыв трубопровода с последующим возгоранием газа. В близрасположенном садовом товариществе "Алмаз-1" Щелковского района загорелись десять частных домов, а общий размер ущерба составил 3,87 млн руб. Но российские СМИ профессионально затирают такие «аварийные сообщения» в информационном шуме. Конструирование и тиражирование угрожающих образов аварий на российских магистральных трубопроводах может пошатнуть веру в энергетическую безопасность у западных потребителей, что чревато крупными репутационными и материальными потерями для современной России. В этом ключевая особенность новых «гибридных» угроз от крупных промышленных аварий [185,186,187].

Табл. 13

Основные транспортные показатели МТТ и отдельные риск-ориентированные индикаторы аварийности и смертельного травматизма при транспортировке опасных веществ на ОПО МТТ

Транспортные и риск-ориентирванные показатели	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	***в среднем за 2012-2016 гг.***
Кол-во аварий	28	13	17	21	12	8	13	11	***13±4***
Длина трубопроводов, тыс. км	231,0	232,6	237,5	245,2	245,8	248,1	248,4	250,1	***248±2***
Удельная интенсивность аварий, 1/(1000 км × год)	0,12	0,06	0,07	0,09	0,05	0,03	0,05	0,04	***0,05±0,02***
Грузооборот, млрд т-км	2246	2382	2422	2453	2513	2423	2444	2486	***2460±30***
Удельная частота аварий за год, 1/(трлн тонно-км)	12,5	5,5	7,0	8,6	4,8	3,3	5,3	4,4	***5,3±1,7***
Общий ущерб от аварий, млн руб.	371,0	146,0	161,5	154,8	318,9	96,5	488,2	262,6	***130 …400***
Средний ущерб на 1 аварию, млн руб.	13,3	11,2	9,5	7,4	26,6	12,1	37,6	23,9	***22±11***
Удельный ожидаемый ущерб от аварии млн руб./(1000 км × год)	1,6	0,6	0,7	0,6	1,3	0,4	2,0	1,1	***1,1±0,5***
Число смертельно травмированных	1	3	2	1	0	2	2	0	***1,0±0,9***
Аварий на 1 погибшего	28	4	9	21	…	4	7	…	***3…19***
Смертельных травм на 10 аварий	0,4	2,3	1,2	0,5	0	2,5	1,5	0	***0,1…1,9***

На основании официальных сведений Ростехнадзора об аварийности [188] и данных Росстата о магистральном трубопроводном транспорте, предложены и

оценены типовые фоновые показатели опасности аварий для ОПО МТТ с 1990-х гг. [189,190], а за 2009–2016 гг. более подробно представлены в Табл. 13.

Для наглядности на Рис. 33 показана динамика смертельной тяжести аварий на ОПО МТТ за 2005–2016 гг. (последняя строчка в Табл. 13).

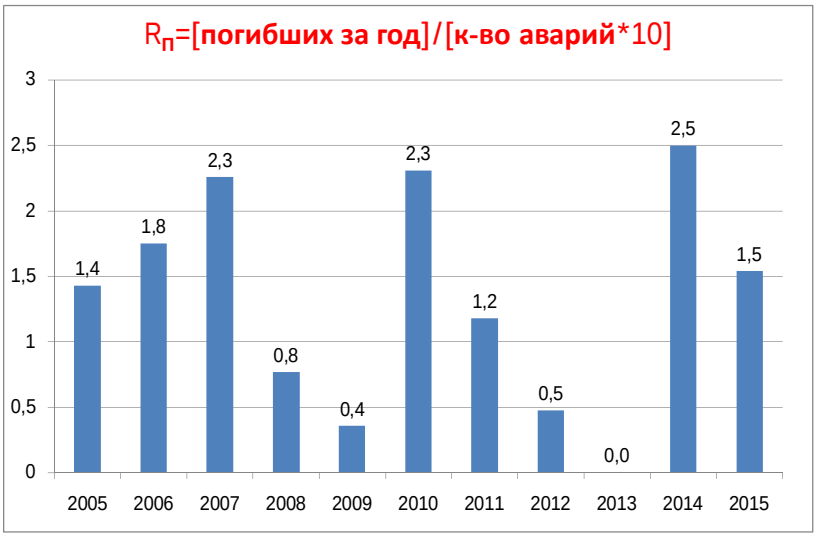


Рис. 33. Смертельная тяжесть аварий на ОПО МТТ (среднее число погибших, приходящихся на 10 аварий)

На основании фоновых оценок разработанных риск-ориентированных показателей опасности аварий на МТТ (Табл. 13) и в соответствии с разработанным алгоритмом ранжирования (подробнее – в главе 3 и [191]), опасность аварии на участках линейной части МТТ может устанавливаться относительным сравнением с фоновым риском аварии, оценки которого с соответствующими критериями ранжирования приведены в Табл. 14.

Табл. 14

Показатели и критерии для ранжирования участков линейной части МТТ по степени опасности аварий по сравнению со среднеотраслевым фоновым риском аварии за 2012-2016 гг.

Сравнительная степень опасности аварии на линейной части МТТ	Показатель опасности аварий МТТ				
	Удельная интенсивность аварий за год на1000 км	Удельная частота аварий за год на 1 трлн ткм	Средний ущерб на 1 аварию, млн руб.	Удельный ожидаемый ущерб за год млн руб на1000 км	Смертей на 10 аварий
Малая	Менее 0,02	Менее 2	Менее 3	Менее 0,2	Менее 0,15
Средняя	0,02–0,2	2–20	3–30	0,2–2	0,15–1,5
Высокая	0,2–2	20–200	30–300	2–20	1,5–15
Чрезвычайно высокая	Более 2	Более 200	Более 300	Более 20	Более 15

В целом на МТТ после всплеска в 1993–1998 гг. удельная аварийность на грузооборот снижается, и в начале 2010-х гг. по этому показателю МТТ России вышел на уровни начала 1990-х гг. (Рис. 34). При этом на одну аварию в 2011–2016 гг. регистрировалось в среднем 17 инцидентов.

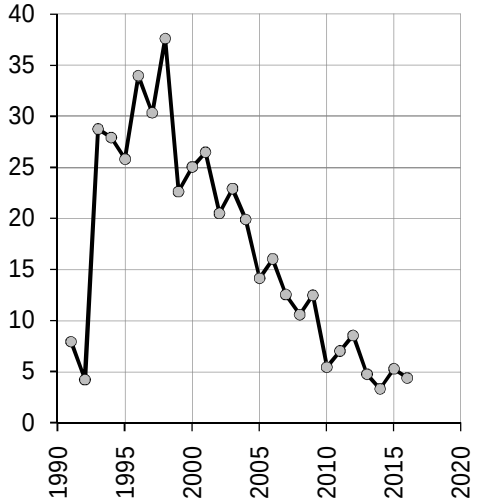


Рис. 34. Аварийность на магистральных трубопроводах, количество зарегистрированных аварий на 1 трлн тонно-км грузооборота

В абсолютных величинах почти 70 % всех трубопроводных аварий регистрируется на газопроводах, но на них приходится и ~70 % протяженности всех магистралей.

На основании ретроспективных данных об аварийности за последние десятилетия были оценены фоновые показатели опасности аварий для опасных производственных объектов магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

Магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы: отдельные показатели опасности аварий

Фоновая частота промышленных аварий на магистральных нефтепроводах в 2005–2014 гг. достигала 2,1 аварий на 10 тыс. км (в среднем – $(1{,}4\pm0{,}8)\cdot10^{-4}$ на км в год), а для магистральных нефтепродуктопроводов – до 0,8 аварий на 10 тыс. км (в среднем – $5\cdot10^{-5}$ на км в год) – см. Рис. 35–Рис. 36.

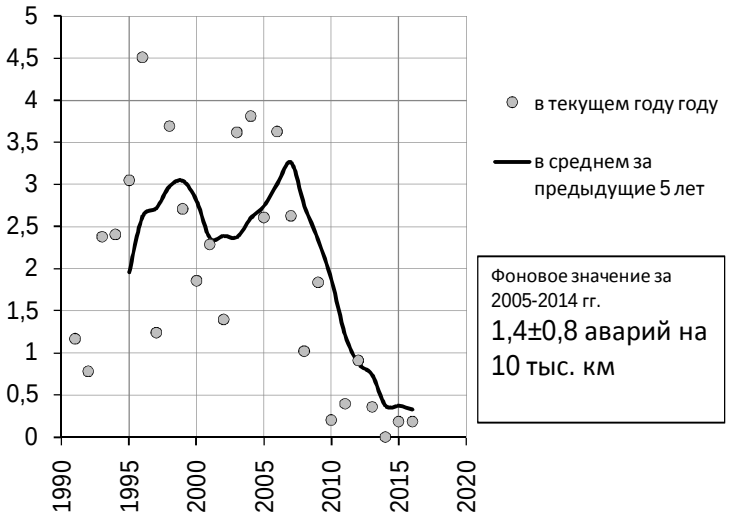


Рис. 35. Аварийность на магистральных нефтепроводах в России, число зарегистрированных аварий на 10 тыс. км

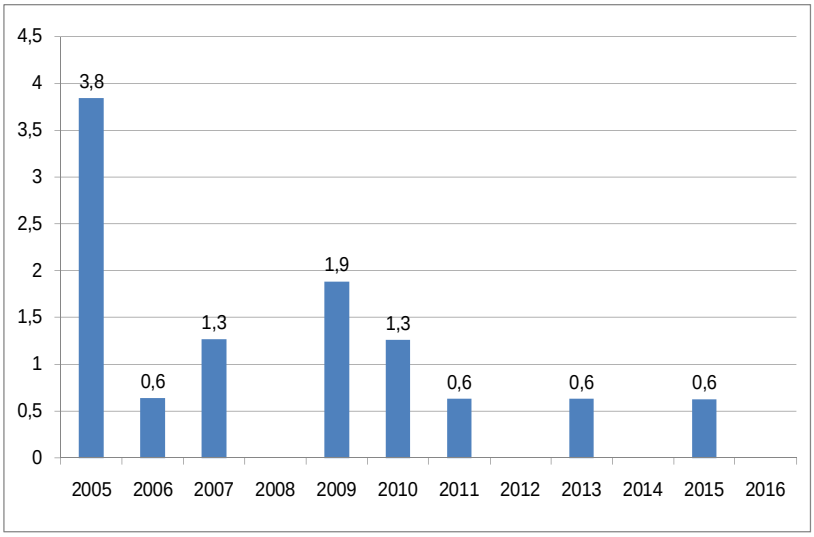


Рис. 36. Частота аварий на магистральных нефтепродуктопроводах, аварий на 10 тыс. км

За десятилетие 2005-2014 гг. фоновая удельная частота аварий достигала 9,5 аварий на 1 трлн т-км грузооборота магистральных нефтепроводов (в среднем 6,1±3,4 аварий на трлн т-км). Динамика этого показателя представлена на Рис. 37.

При рассмотрении и использовании данных об аварийности на магистральных трубопроводах необходимо принимать во внимание изменения в регистрации фактов аварий и инцидентов на ОПО.

Обычно обывателей будоражат через СМИ авариями на нефтепроводах. Образ нефтезагрязнения легче зафиксировать, сконструировать и донести к подготовленной публике (замазученные пеликаны как образы более живучи, чем

кратковременный газовый факел). Сегодня в РФ весьма актуальна угроза раскручивания спирали страха у населения перед авариями на магистральных трубопроводах, с которыми большинство жителей никогда не сталкивалось. В советское время защит от этой угрозы не требовалось, наоборот, сведения об аварийности и травматизме были для служебного пользования – разжигать или подавлять техногенные страхи тогда было некому и ни к чему.

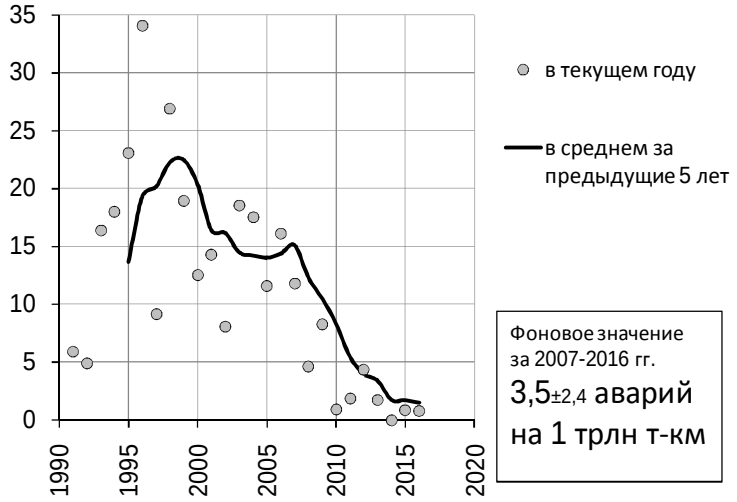


Рис. 37. Аварийность на магистральных нефтепроводах в России, число зарегистрированных аварий на 1 трлн тонно-км грузооборота

Подавляющая часть сегодняшней промышленной и транспортной инфраструктуры РФ была создана в советское время. При проектировании промышленных и транспортных объектов не учитывались современные внешние угрозы антропогенного характера, такие как диверсии или самовольные врезки (с целью хищения и последующей загрузки мощностей созданных мини-НПЗ). Изменение социально-экономической действительности в РФ принесло не только блага свободы транспортирования нефти и нефтепродуктов платежеспособным потребителям, но и рост аварийности на трубопроводах из-за внешних антропогенных воздействий (в том числе преступных). Но аварийность преимущественно фиксируется по-старому, когда на постсоветском нефтепроводе игнорируются «реформаторские» аварии и методично подсчитываются только «советские».

Магистральные газопроводы: отдельные показатели опасности аварий

На основании ретроспективных данных об аварийности и смертельном травматизме за последние годы были оценены следующие фоновые показатели опасности аварий для опасных производственных объектов магистральных газопроводов (Рис. 38–Рис. 41).

Фоновая частота промышленных аварий на магистральных газопроводах в 2007–2016 гг. достигала 1,1 аварий на 10 тыс. км – $(8\pm3)\cdot10^{-5}$ на км в год.

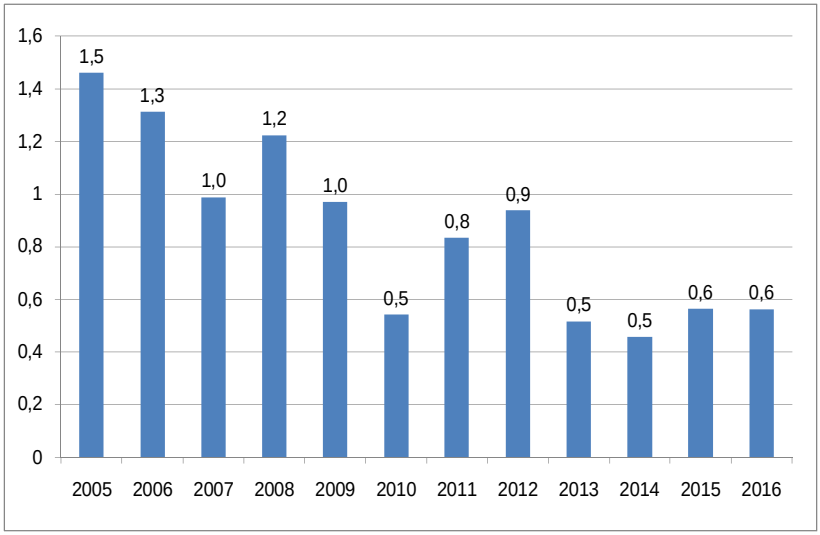


Рис. 38. Частота аварий на магистральных газопроводах, аварий на 10 тыс. км

За десятилетие 2007–2016 гг. фоновая удельная частота аварий достигала 13 аварий на 1 трлн т-км грузооборота магистральных газопроводов (в среднем 10±3,2 аварий на трлн т-км). Динамика этого показателя представлена на Рис. 39.

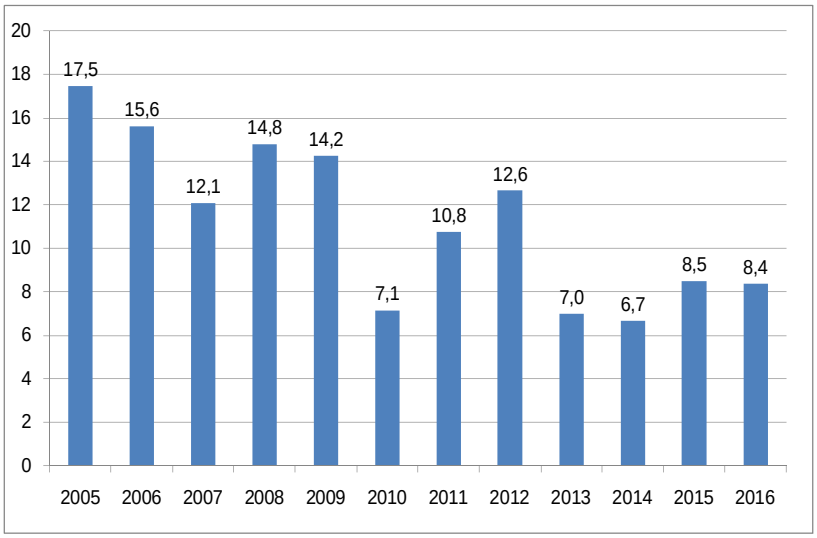


Рис. 39. Удельная частота аварий на магистральных газопроводах, аварий на 1 трлн т-км грузооборота

За 2009–2014 гг. фоновый ожидаемый ущерб на одну аварию достигал 10,6 млн руб. (в среднем 8,4±2,2 млн руб., максимум в 2014 г. – 12,1 млн руб.). Динамика показателя представлена на Рис. 40.

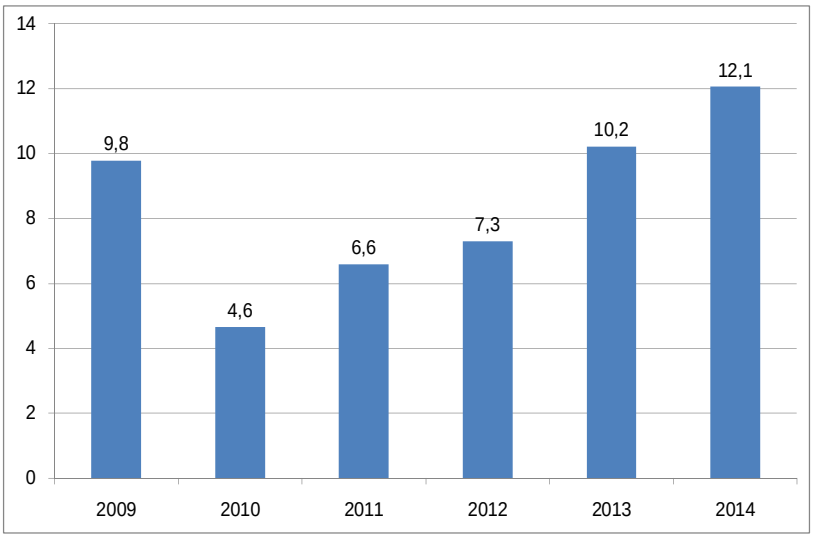


Рис. 40. Ожидаемый ущерб от аварии на магистральных газопроводах, млн руб.

За 2009-2014 гг. фоновый ожидаемый объем аварийного выброса газа на одну аварию достигал 3,3 млн куб. м (в среднем 2,4±0,9 млн куб. м., максимум в 2012 г. – 3,9 млн куб. м). Динамика показателя представлена на Рис. 41.

Стоимость одного аварийного кубометра газа в 2009-2014 гг. составляла в среднем 2,8-5 рублей, максимум был за этот период отмечен в 2014 г. – 5,7 руб. за 1 аварийно выброшенный кубометр (что сравнимо с ценой кубометра газа, отпускаемого в Подмосковье для населения).

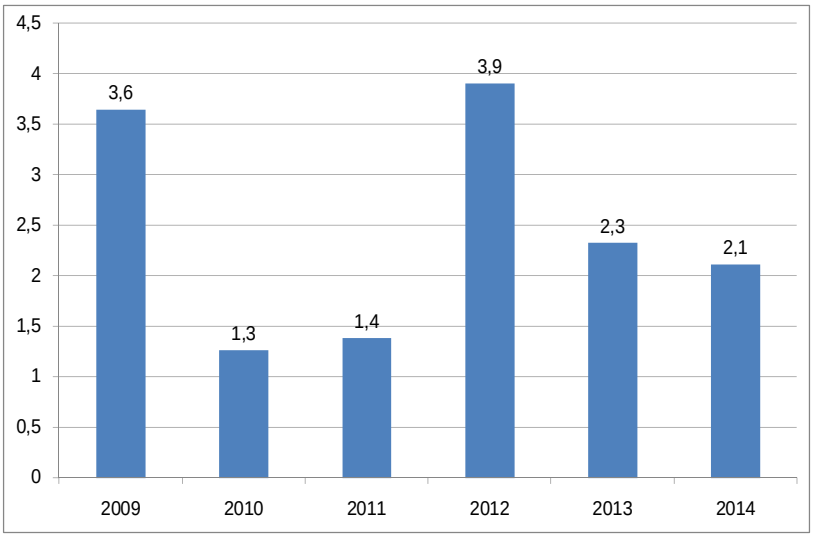


Рис. 41. Ожидаемый объем выброса при аварии на магистральном газопроводе, млн куб. м

За последние пятилетия фоновые показатели частоты возникновения регистрируемых аварий на магистральных газопроводах снижались (см. Рис. 38, Рис. 39). Это характерная тенденция присуща и другим большим системам, находящихся в системе динамического равновесия (когда изменения ключевых технологических параметров системы относительно незначительны – протяженность, грузооборот, технология работ и др. – см. Рис. 32, Рис. 38). Сходные тенденции сокращения числа аварий наблюдаются и на североамериканских, и европейских магистральных трубопроводных системах (европейские МТТ-системы – «венозные», а российские – «артериальные»). Однако соотношение между числом регистрируемых аварий и инцидентов на магистральных трубопроводах косвенно свидетельствует о недостаточности анализа причин аварийности и травматизма в рамках производственного контроля и непоступлении предупредительных организационно-технических мер в широкий оборот для предотвращения возникновения промышленных аварий на магистральных трубопроводах. Особенно эта проблема опасна для высокоизношенных объектов. Об этом свидетельствует в целом динамика роста «средней цены одной аварии» (Рис. 40) при сохранении «среднего выброса при аварии» (Рис. 41).

Более чем треть аварий за 2012–2014 гг. произошла на газопроводах с износом основных фондов выше 85 %, а 60 % материального ущерба пришлось на аварийные трубопроводы с износом более чем 50 % (Табл. 15, Табл. 16).

Проблема забвения уроков аварий и зашумления предаварийных сигналов выявляется не только при рассмотрении соотношения регистрации числа аварий и инцидентов, но и в заявляемой оценке ущерба от аварий. В настоящее время уровень объявляемых ущербов от аварий на магистральных газопроводах таков, что не позволяет планировать меры экономического стимулирования предупреждения аварий. В последние пять лет средняя стоимость одного аварийно выброшенного кубометра газа (т.е. с учетом всех составляющих ущерба от аварии) сравнима со стоимостью товарного газа для населения. Другим словами, продажа газа населению и его аварийное рассеивание стоит примерно

одинаково. Можно предположить, что реальный ущерб от аварий «поглощается системой», а скорее «размазывается» по тарифу для платежеспособных потребителей.

Табл. 15

Распределение количества и тяжести аварий за 2012–2014 гг. на магистральных газопроводах с различным сроком эксплуатации, %

Распределение аварий в 2012–2014 гг.	Срок эксплуатации, лет			
	0-10	10-20	20-40	Более 40
По количеству зарегистрированных аварий	3	6	66	25
По размеру экономического ущерба от аварий	1	13	61	25
По объемам аварийного выброса газа	0,03	9	52	39

Табл. 16

Распределение количества и тяжести аварий за 2012–2014 гг. на магистральных газопроводах с различным износом основных фондов, в долях единицы

Распределение аварий в 2012–2014 гг.	Износ основных фондов,%			
	до 25	25-50	50-85	Более 85
По количеству зарегистрированных аварий	0,13	0,9	0,41	0,38
По размеру экономического ущерба от аварий	0,31	0,1	0,31	0,29
По объемам аварийного выброса газа	0,21	0,2	0,15	0,62

Можно отметить, что по сравнению с другими отраслями, более ответственно следят в РФ за угрозой крупных промышленных аварий на магистральных трубопроводах. В трубопроводной отрасли сохранены и укреплены научные институты, достигнуты значительные научные и практические результаты по внутритрубной диагностике мирового уровня, разработаны современные методические руководства по анализу опасностей и оценке риска аварий на МТТ (СТО Газпром 2-2.3-351–2009, РД-13.020.00-КНТ-148–11, в т.ч. с участием автора – подробнее см. [190]).

2.6 Аварийные опасности новой технологической модернизации российской нефтегазопереработки

В постсоветский период анализ изменений аварийных опасностей в ТЭК и НГК проводился как на основе собственного опыта происшедших аварий (в оперативном реагировании), так и с освоением преимущественно западных

подходов (в долгосрочном регулировании). При доминировании вестернизирующего вектора реформ отечественные правила промышленной безопасности оставались активным барьером не только для изученных аварийных опасностей, но и стали выполнять функцию пассивных заслонов от новых нетрадиционных опасностей, порождаемых радикальными преобразованиями. Реформы очень быстро наткнулись на фундаментальные ограничения опасной производственной деятельности. Этот важный методический вопрос рассмотрим на примере конструирования альтернативы обслуживания опасной производственной деятельности (нефтегазопереработки) вообще без правил промышленной безопасности индустриально-традиционного типа. Анализ методического отрицания постиндустриальными реформаторами традиционных правил безопасности позволил вскрыть не только их слабые и сильные стороны, но и новые аварийные опасности модернизационных программ, которые декларируются как безобидные технологические манипуляции с прогрессистскими последствиями.

В начале 2010-х гг. ведущие отраслевые специалисты в области промышленной безопасности из крупных российских нефтегазовых компаний выдвинули масштабные претензии к действующим требованиям промышленной безопасности, мешающим, по их мнению, технологической модернизации отечественных нефтегазоперерабатывающих производств. Свое видение проблемы совершенствования норм промышленной безопасности в нефтегазоперерабатывающей промышленности они сформулировали в основополагающей концепции [192], важных статьях и выступлениях в ее развитие (см. например, [193–197]). Практические предложения новаторов были оформлены ими в проекте новых Правил обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих комплексов [198], предлагавшихся взамен действовавших тогда правил промышленной безопасности ПБ 09-566–03, ПБ 12-609–03, ПБ 03-584–03, ПБ 03-591–03, ПБ 03-585–03 [199–203] и др. Российские постмодернисты поставили и другую технико-социальную проблему – «допустимое обществом

увеличение аварийности и травматизма в целях повышения экономической и энергетической эффективности производства», что было вскрыто в [204]. На этом типовом и хорошо изученном методическом примере рассмотрим подробнее аварийные опасности вновьзапускаемой технологической модернизации 2000-2010-х гг. в российской нефтегазопереработке. Отметим, что в данном подразделе представлены не критические замечания на конкретные публикации, а методическое рассмотрение типовых установок модернизаторов, с которыми сталкивается не только сфера промышленной безопасности ОПО НГК.

В российском постмодерне стал отвергаться самый простой, надежный, проверенный опытом способ обеспечения безопасности – «защита расстоянием». Взамен предлагается надеяться только на «защиту временем», измеряя аварийную опасность сокращением среднеожидаемого числа погибших за 10–1000 тыс. лет при многократно меньшем периоде эксплуатации ОПО. Вся совокупность признанных показателей и признаков безопасности отраслевых производственных процессов из действующих правил замещается редукционными параметрами «*process safety indices*» – индивидуальным риском гибели для персонала (1) и для населения (2): «*(1) для работников производства – 10^{-4} случаев в год;(2) для населения – 10^{-6} случаев в год*». [198]

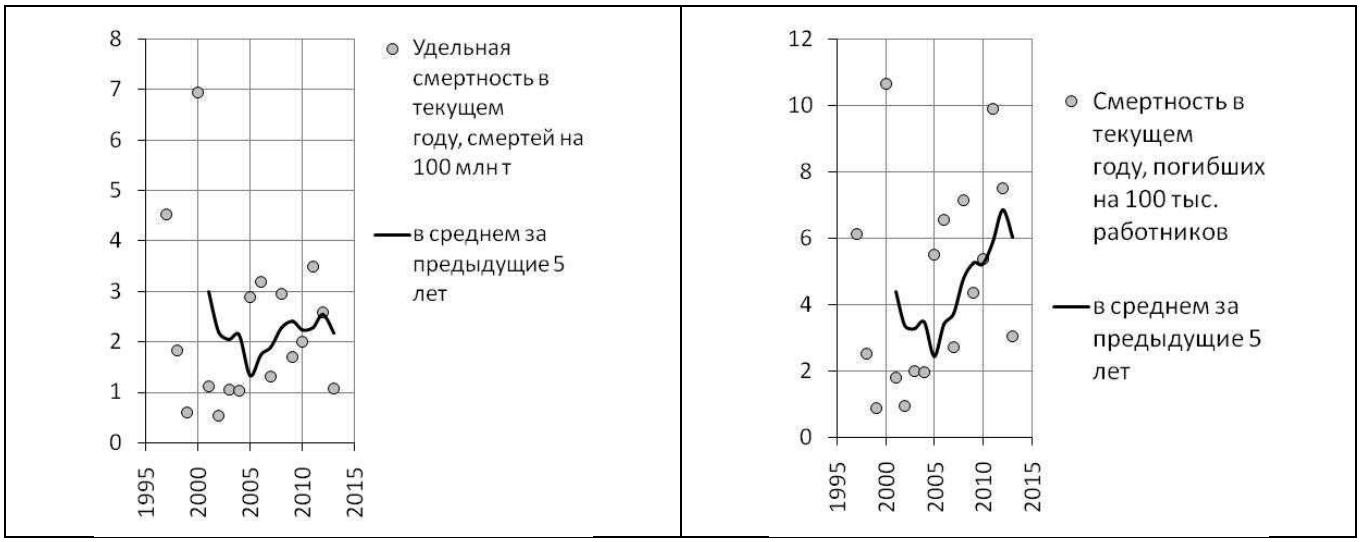
Категория безопасность определяется через способность противодействовать опасностям: для многих ОПО нефтегазовой промышленности опасности индивидуальной гибели не единственны и не превалируют (например, магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы). Известные катастрофы последних лет свидетельствует, что сегодня в России опаснее возникновение единичных тяжелых КПА, чем потеря тела индивида в ближайшие 10 тыс. лет. Современные промаварии несут не только тяжелые материальные и смертельные групповые потери, но и т.н. «репутационные», особенно характерные для нефтегазового комплекса. Риск-параметр смерти индивида уже не годится и для идеологических или политических маневров [205]. Например, в 2010 году индивидуальный риск гибели российского шахтера составлял $1{,}26 \cdot 10^{-3}$, при этом в тяжелейшей аварии на шахте «Распадская» единовременно погиб 91 угольщик.

Особой взаимозависимости между этими величинами не прослеживается. Усредненный агрегированный параметр «индивидуальный риск» не может быть единственным показателем опасности КПА.

По данным Росстата за 2010 г. во всей нефтеперерабатывающей промышленности России, во всех несчастных случаях на производстве погибло 9 человек. В новационных показателях опасности индивидуальный риск смерти на производстве за год для каждого из 113235 работающих в отрасли составил $8 \cdot 10^{-5}$. В традиционных терминах охраны труда это означает, что в год на тысячу работающих приходится 0,08 случаев смерти на производстве[1]. Примем это как оценку сверху. В предлагавшемся же постиндустриальном проекте правил [198] в рассмотрение принимаются не все виды смертельного травмирования на производстве, а только непосредственно связанные с авариями и групповыми несчастными случаями, т.е. учитываемые Ростехнадзором события, число которых заведомо меньше, чем по линии охраны труда. Обратившись к данным Ростехнадзора за десятилетие 2002–2011 гг., можно оценить, что в нефтегазоперерабатывающей промышленности России ежегодно в среднем происходит 6,8±1,7 аварий и погибает 4±1,3 человек. Если использовать данные Росстата о численности работающих, то оценка фонового среднегодового индивидуального риска гибели работающего нефтегазоперерабатывающей промышленности в авариях и в групповых несчастных случаях составляет $(4 \pm 1{,}3) \cdot 10^{-5}$ или ~ 0,04 смертельных случаев в год на тысячу работающих (Рис. 42). Для сравнения, это меньше, чем в целом по переработке нефти и газа, нефтехимии и газохимии в США – $4{,}6 \cdot 10^{-5}$, по данным самих новаторов в [192] со

[1] Следует признать значимость достижений лучшей мировой практики в презентации опасностей с «успокаивающей» стороны. Так компактная экспоненциальная запись величины «$8 \cdot 10^{-5}$» в обыденном сознании воспринимается просто мизерной по сравнению с десятичной «0,08», сцепленной с пугающей «1000». В первом случае никаких умственных арифметических операций для сопоставления значений вроде бы и не требуется, все уже разделено и посчитано как надо неким авторитетом, а степенной знак «-» дополнительно подпитывает чувство уверенности в несущественности проблемы. В новом российском законодательстве пошли еще дальше. В Пожтехрегламенте-2008 (№123-ФЗ [206]) описание образа опасности гибели от пожаров сопровождается наноязами типа «одна миллионная», «одна десятимиллионная», «одна стомиллионная». Доступные умозрительные сравнения размеров этих долей с обыденными представлениями, например о процентах, не оставляют сомнений в защищенности россиян от пожаров. Если перевести эти новации в «устаревшие» приземленные понятия, то оказывается, что вместо тогдашних 14,5 тыс. ежегодно гибнущих в пожарах в помещениях РФ (в среднем за 2002-2011 гг.), закон требовал, чтобы в 2012 году в РФ погибло менее 142 человек (фактически погибло 11635 чел.). Кроме того Пожтехрегламент-2008 устанавливает, что групповая гибель людей в пожарах должна происходить в десять раз чаще гибели одного индивида – «одна десятимиллионная» и «одна стомиллионная».

ссылкой на данные OGP (The International Association of Oil & Gas producers) 2010 года.



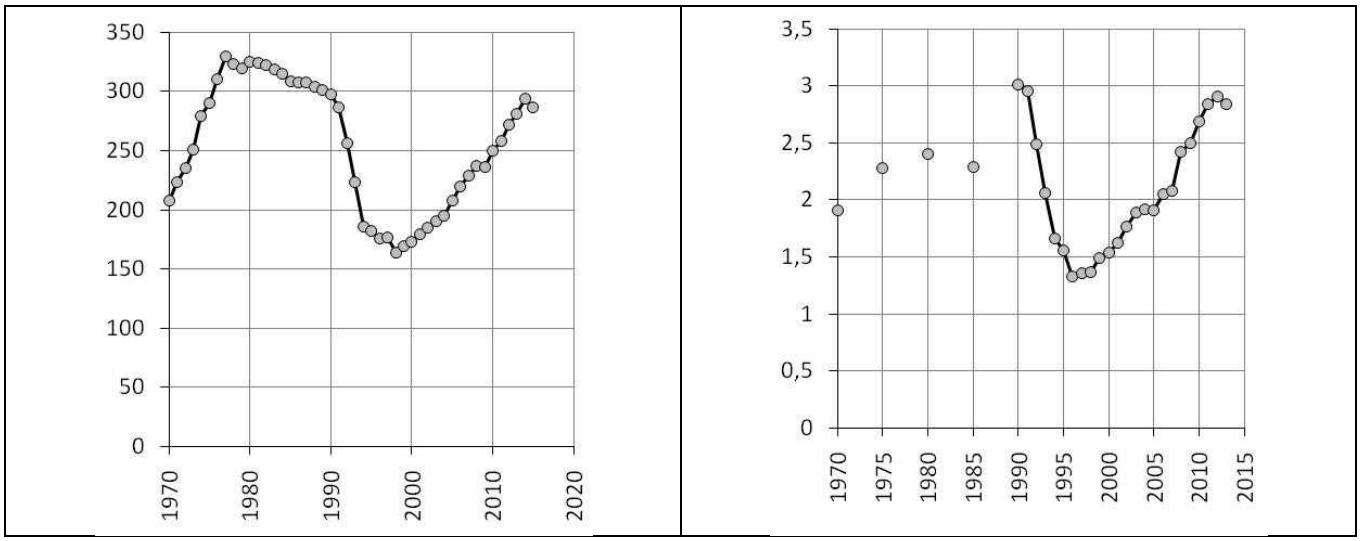
а) б)

Рис. 42. Удельная смертность в нефтеперерабатывающей промышленности России: а) смертей на 100 млн т; б) погибших на 100 тыс. работников

Допускается и населению теперь не только травмироваться, но и погибать в отраслевых авариях, чего ранее в России не наблюдалось. Оценим, сколько смертей из населения заключено в знаке «10^{-6}». Допустим, что вокруг каждого из более чем трех десятков крупных нефтегазоперерабатывающий предприятия России в зону новых аварий рискуют попасть ок. 5 тыс. человек, а вокруг 250 мини-НПЗ – ок. 200 рискующих, тогда по постиндустриальным правилам за десятилетие допускается смерть двух обывателей и соответственное кратное число травмированных. Это вроде бы незначительная величина, в сравнении, например, с ежегодными потерями населения в пожарах (10–15 тыс. чел.) или в ДТП (25–30 тыс. чел.). Важно не в каких формах представлена величина смертельных производственных потерь, а как она соизмеряется с радикальными предложениями по смене курса промышленной безопасности. Проблема в том, что дистанция провала промышленной безопасности от невозможности погибнуть (концепция «абсолютной безопасности») до 2 погибших из населения за десятилетие (концепция «абсолютного риска») – преодолевается не двумя смертями (неизвестно, сколько еще будет в реальности), а радикальным качественным постмодернизационным скачком в совершенно иную промышленную техносферу с другой культурой безопасности. Эти изменения и

требует специального обсуждения: из какого состояния и в какое перемещаемся, какие потребуются ресурсы и чем располагаем, какие выгоды и кто получит, какова цена и кто будет оплачивать новую вестернизацию. В основном дебаты сводятся к малости «10^{-6}». Кратко рассмотрим, из какого состояния стартует нефтегазопереработка в возможную замену действующих требований безопасности на постиндустриальные риск-нормы.

Отечественная нефтеперерабатывающая промышленность (см. Рис. 43-*а*) достигла в 1980-х гг. своего пика по валу первичной переработке нефти (~300-325 млн т). За годы реформ уровень переработки по сравнению с 1990 г. сначала упал почти вдвое (в 1998 г. до 164 млн т), затем происходило восстановление омертвленных мощностей, и к 2014 г. (295 млн т) по этому показателю вновь достигнут уровень начала 1970-х гг.



а *б*

Рис. 43. Нефтеперерабатывающая промышленность в РСФСР и РФ:
***а* – первичная переработка нефти, млн т; *б* – производительность труда работающих в первичной переработке нефти, тыс. тонн/ чел.**

После падения в 1990-х гг. восстановительные темпы роста рыночной нефтегазопереработки оказались в 1,6 раз медленнее, чем в советское время, и это – практически на тех же самых мощностях, уровнях производства и почти с тем же кадровым составом (ср. на Рис. 43-*а* наклон кривой роста в 1970–1980-х и в 1998–2014 гг.). Действительно есть серьезный повод задуматься о технологической модернизации [207-210], т.к. эффект восстановления заброшенного в 1990-е гг. производства иссякает – уже практически достигнуты

дореформенные значения уровня использования производственных мощностей и производительности труда в нефтепереработке (Рис. 43-*б*).

Можно заметить, что правила безопасности и безопасное производство стали резко «устаревать» лишь в постсоветский период, поэтому ссылки на правила как «тормоз модернизации» не годятся. Ведь в почти той же технико-социальной системе, но с другими производственными целями – и производство модернизировали и правила меняли – реализацию этих функции обеспечивала отечественная отраслевая наука, которая сейчас не по средствам постиндустриальной нефтегазопереработке.

Хорошо известно, что современные методы анализа риска весьма полезны для оценки будущих опасностей, но из этого не следует, что требуется отказ от опыта прошлого из действующих правил безопасности. Постиндустриальные веяния в промышленной безопасности («управление риском») необходимо удерживать от контрпродуктивного отрицания и разрушения базового наследия индустриализма (включая требования промышленной безопасности), на котором пока стоит промышленная Россия с ее фундаментальными системами обеспечения безопасности в промышленности. Принципиальная ошибка (неважно с умыслом или без) новых модернизаторов нефтегазопереработки в том, что провалы целеполагания в экономической эффективности оправдываются «вдруг обнаруженным» наличием фундаментальных ограничений производственной деятельности (требования безопасности). Ограничения по безопасности были известны и до проведения радикальных экономических реформ 1990-х гг. Если реформы предполагали снятие (размывание, сдвиг) запретов безопасности, то это следовало делать до и в обосновании экономических преобразований для «поиска новой рентабельности». Иначе надо признать, что проект экономических реформ изначально не учитывал фундаментальных ограничений в сфере безопасности. «Экономоцентричные» цели очень часто не достигаются, а «внеэкономические» ограничения нарушаются крайне редко – это смертельно опасно. По результатам российских реформ многие исследователи разделяют общий вывод, что деятельностью реформаторов двигала «смесь страха и невежества» [211]. «Страх»

перед опасностями соприкосновения с фундаментальными ограничениями, а «невежество» от незнания структуры и функций реформируемых систем хозяйства и безопасности. И то, и то вполне поправимо – перспективы для реализации защитной модернизации есть и у нынешних реформаторов, которые во многих вопросах будут продуктивнее «непричастных охранителей», т.к. имеют ценный опыт личного наблюдения за реальными авариями в больших технико-социальных индустриальных системах новой России.

В парадигмах российского постиндустриализма предлагалось *«целеустанавливающее регулирование безопасности»* с грубыми методическими ошибками. В практических ответственных решениях более фундаментальны не цели, а ограничения. Поставленные цели могут и не достигаться, но нарушать ограничения нельзя, иначе разрушается сама управляемая система. В вопросах обеспечения безопасности, как нигде, первостепенны именно ограничения. Требования промышленной безопасности устанавливают жесткие запреты, обеспечивающие сохранность производства как целого, главным образом от масштабных угроз КПА. При этой внешней жесткости выбор цели производственной деятельности остается достаточно свободным.

КПА «взрывают пласты» новых знаний об устройстве (структуре и функциях) не только систем обеспечения безопасности, но и базовых производственных систем (на травмирующих разломах временно отображается внутреннее устройство). Этот новый постмодернистский источник инноваций (технологических, экономических, социальных) российскими реформаторами пока не освоен.

В постиндустриальные реформы предлагалось регулировать не только риск-параметры безопасности, но и методы их измерения. Регулированию подлежали познавательные средства анализа под заданные (приятные) результаты (анализа, а не реальности) – «*регулировать методы анализа безопасности"*[196]. Рационально это объясняется исполнением важной функции реформаторов по приглушению возможных сигналов об опасностях слома действующих систем. Разупорядочивание традиционных функций надзора за опасностями – важный

этап для снятия запретов на опасное переформатирование не только систем безопасности, но и базовых институтов пока еще индустриального общества новой России. Есть и другое объяснение феномену постановки иррациональных целей, предложенное Н. Хомским: важным маркером кризиса перехода в постиндустриализм стала невозможность для лиц принимающих решения объяснить (сформулировать, донести) цели запускаемых изменений сложившихся индустриальных систем [211].

Отказ от явного целеполагания может быть избран как тактический прием по разным причинам. Первая – желание уйти от ответственности (или смягчить эту ответственность) при провале авантюрной программы достижения даже позитивной цели. Если авторы программы видят ее дефекты, создающие высокие угрозы провала, то цель не объявляется, а после провала говорится, что «мы этого и хотели» – с идеологическим оправданием того, что реально «получилось». Если в руках сохраняется контроль над СМИ (и организованной «оппозицией»), то катастрофу всегда можно представить как следствие «тоталитарного прошлого», «отсталости правил» и пр. Вторая причина – принятие целей, настолько противоречащих интересам подавляющего большинства рискующих («страны» как целого), что их было невозможно огласить вплоть до надежного ослабления, подавления или разрушения реформируемых. Иными словами, истинная цель оглашается только после достижения необратимости [211].

Постмодернистские концепция и проект правил безопасности [192 и 198] исходят из маргинальных идеологических предпосылок и ошибочных методических принципов. В приложении к предлагаемым новым правилам безопасности нефтегазопереработки [198] есть рекомендация к использованию норвежского программного обеспечения DNV Phast Risk, в рекламных материалах к которому содержится критика про «*предписывание*» и «*целеустанавливание*» в нефтегазовом комплексе, только речь идет не о США и РФ, а о США и Норвегии, причем США с их нормами (например [212]) выступают в роли РФ [166].

Концепция нового техрегулирования сферы промышленной безопасности [192] в своих ключевых положениях повторяет рекламные слоганы компьютерной

программы DNV Phast Risk. Для дистрибьюции компьютерного кода предлагается сломать всю систему требований промышленной безопасности («сжечь дом, чтобы приготовить яичницу»). В индустриальной культуре безопасности это невозможно, но в кризисе индустриализма – вполне. Расчетчики риска по методикам DNV здесь не авторы, а исполнители, инструмент.

«*Целеустанавливающая*» концепция – это один из важных, но еще обсуждаемых, результатов хорошо отлаженных зарубежных исследований корпоративной культуры промышленных организаций, существенно изменяющихся в постиндустриальном переходе.

В рассматриваемом контексте культура – это, прежде всего, нормы, которые возложил на себя человек общественный исходя из опыта, прогноза или предчувствия стихийных, предсказываемых или создаваемых бедствий (природных, социальных, технологических). В технической культуре жизненно важные нормы вербализованы в правилах безопасности – «правила записаны кровью». Динамическую систему норм, защищающих от техногенных опасностей, а также способов принятия и исполнения организационно-технических требований в производственной деятельности называют культурой безопасности (*safety culture*). Культура безопасности – отпечаток смертельных опасностей в производственной культуре. Трагический след КПА в разных индустриальных странах существенно различается, он неповторим.

Концепция *safety culture* разрабатывается на Западе не так давно. За двадцать лет после первой попытки ее официального введения в 1991 году [213], ни к какому консенсусу, что такое «культура безопасности», западные исследователи не пришли. Спокойной научной дискуссии помешал идеологический прицеп о Чернобыле-1986. Международная консультативная группа по ядерной безопасности МАГАТЭ официально утверждала в 1993 году, «что в СССР до чернобыльской аварии на АЭС не было надлежащей культуры безопасности» [214]. В новой России после недавних техногенных катастроф (СШГЭС-2009, Распадская-2010, Кольская-2011, Воркутинская-2013 и др.) ситуация хуже. Постмодернистский «*целеустанавливающий*» подход – предельно упрощенная

интерпретация одной из множества теорий возникновения происшествий в рамках концепции *safety culture*, конкретно – «модели практического отклонения» (PDM – Practical Drift Model). Помимо нее на Западе достаточно хорошо разработаны «модель рукотворной катастрофы» (MMD – Man Made Disaster model), «теория нормальной аварии» (NAT – Normal Accident Theory), «теория высоконадежных организаций» (HRO – High Reliability Organizations theory) и др.

«Хорошая» культура безопасности часто представляется как педантичное соблюдение жестких мер безопасности, поставляемых «сверху» из авторитетного источника. Это ошибочное мнение. Культура – это, прежде всего, добровольное принятие норм исполнителями. К примеру, как указывал М. Вебер, никакой капитализм невозможен, если рабочие не примут буржуазную мораль [133]. Если степень соблюдения исключительно всех требований рассматривать как ключевой показатель эффективности менеджмента безопасности, то нужны не правила безопасности, а их «идеал» – пошаговые инструкции. Разработка подобных «идеальных» правил, стандартизирующих все случаи и ситуации из реальной жизни – сомнительная, скорее невозможная задача. На это также указывают разработчики NAT и HRO. Модель PDM пытается объяснить, каким образом и почему организации имеют отклонения между стандартизированным порядком деятельности, реальной ситуацией и выполняемой работой, называемыми «практическим отклонением» (от инструкции). Этот термин ввел доктор философии, полковник Скотт А. Снук в своей работе «Friendly fire»[215]. Теория практического отклонения появилась после глубокого анализа Снуком причин военной аварии 1994 г., когда два истребителя американских ВВС «F-15C Eagle» патрулировали бесполетную зону на севере Ирака и огнем по своим сбили два вертолета ВВС США «Black Hawk UH-60». 26 миротворцев погибло.

В теории практического отклонения утверждается, что организации заранее разрабатывают подробные планы действий в типовых нештатных или чрезвычайных ситуациях (например, пожар, взрыв, повреждение и т.д.), а когда ЧС наступает, эти планы сами становятся жертвой ЧС. Чтобы удержать ситуацию под контролем, в той или иной степени приходится отклоняться от утвержденного

плана – происходит «практический дрейф» от пошаговых инструкций. Другими словами, одной из причин аварий по PDM видится неуклонность исполнения жестких алгоритмов, и предлагается во избежание подобных аварий нормировать стихийный «практический дрейф», сделать эти отклонения «*целеустанавливающими*». Пилоты истребителей четко действовали по инструкциям, ничего не нарушили, а авария произошла[1]. По PDM пилотам нужно было установить цель, а не прицеливаться по своим вертолетам, т.е. действовать «*целеустанавливающе*», не опасаясь санкции за нарушение полетных заданий.

Отечественные правила промышленной безопасности имеют совершенно другое предназначение, они не предписывают «близкие» действия, а устанавливают «дальние» ограничения. Поэтому к ним предлагаемое «*целеустанавливающее регулирование*» практического отношения не имеет. Это грубая ошибка постиндустриальной регулирующей концепции в сфере промышленной безопасности [192], если ее целью действительно было обеспечение промышленной безопасности в кризисе индустриализма.

В 2010-х гг. был начат второй заход этой реформы [216] по переделке системы нормативного и правового обеспечения российской производственной деятельности в формат периферийной промышленности. В сфере безопасности производства первый этап реформы завершился демонтажем постсоветской системы стандартизации [217], под предлогом вычленения из целостных ГОСТов [218] «чистых» требований безопасности с их переносом в специальные техрегламенты. После утраты синергетического эффекта ГОСТов, в промышленном производстве снижена как конкурентоспособность, так и безопасность. Для продолжения реформы необходимо принять на вооружение внерациональные формы воздействия в первую очередь на чувства, воображение и стереотипы промышленников и госслужащих, отраслевых экспертов и научных

[1] Характерный случай «практического дрейфа» произошел 26 сентября 1983 г., когда советская система спутникового обнаружения, из-за засветки датчиков спутника солнечным светом отражённым от высотных облаков, дала сбой, передав сигнал о старте нескольких американских ракет. Оперативный дежурный командного пункта подполковник Станислав Евграфович Петров принял решение, что это ложное срабатывание системы, т.к. вряд ли США будут наносить первый удар столь малыми силами и взял на себя ответственность не передавать информацию высшему руководству страны. В 2006 году ООН наградила Петрова как «человека, предотвратившего ядерную войну».

сотрудников – всех ответственных в индустриальной стране за безопасный труд в промышленности. Сначала внутренние нормы (культуры безопасности) должны утратить (изменить) сами специалисты, тогда и падут «отсталые» требования промышленной безопасности. Пока сохраняет дееспособность индустриальная часть техносферы, будут востребованы и классические требования промышленной безопасности с их носителями. В новой России размер постсоветской части промышленной техносферы еще значителен. Проблема «смены норм» сложна и болезненна, и в новой России методически не проработана. На сегодня доминирует демонтаж индустриальных требований безопасности. Создание «обложечных» новых постиндустриальных правил в форме техрегламентов оказалось несостоятельным. Новой программы «регулирования техносферного рынка» нет, а запущенный демонтаж уже исковерканных реформой «отставших норм» не остановлен. Требуется разработка специальной программы смены (разработки, принятия, перехода, освоения) индустриальных требований безопасности на постиндустриальные (см. главу 3).

Важно различать, что правила принятия и исполнения требований не есть сами безусловные требования. Схожие требования можно выполнить разными путями, с другими правилами и примерно с тем же результатом. В уходящую эпоху позднеклассического индустриализма промышленно-развитые страны обеспечивали исполнение требований безопасности примерно по одинаковой схеме. Орган госвласти на основе сигналов от техногенных аварий и анализа предложений профессиональных сообществ устанавливал «субъективный» порядок обязательного исполнения «объективных» требований безопасности. Любые правила – это насилие над свободой, тогда как требования – хранители пространства свобод. Легитимность правил обеспечивалась как авторитетом власти, так и деятельным согласием промышленников на их принятие и исполнение. Когда авторитет власти высок, то необходимость применения внешнего принуждения (тех же инспекционных проверок с санкциями) может резко уменьшиться, тогда достаточно угрозы его применения, - промышленники сами создадут внутренние системы исполнения требований (например,

действенные системы производственного контроля). Современная система обеспечения промышленной безопасности в России пока далеко не в таком состоянии. Известно, что авторитет власти быстро растет, когда она управляется с несовместимыми ценностями, например, с промышленной безопасностью и эффективностью промпроизводства. В этом вопросе западные модернизированные культуры дали четко просматриваемый крен в сторону свободы, как высшей ценности[1]. Во времена неолиберализма этот крен настолько усилился, что стали внушать и верить, что только «фетиш» абсолютной экономической свободы и способен обеспечить «придаток» относительной безопасности. В действительности «объективные» требования безопасности исполняются и в западных странах (иначе бы их захлестнули промышленные аварии, что и наблюдалось в накате неолиберальной волны в 1970–1980 гг.). В постиндустриализме сильно изменились и продолжают изменяться главные принципы принятия и исполнения промышленно важных ограничений. Здесь все больше задействуются не открытость убеждения и жесткость внешнего принуждения, а скрытость внушения и приятная мягкость ощущения внутренней свободы. Если раньше требования безопасности вынужденно принимались большинством ввиду рационального осознания безысходности, то теперь создаются специальные условия по неявному принятию ограничений и даже рьяному их исполнению (программы по «управлению риском»). Такие «специальные условия» трудно, долго и упорно создаются в производственной культуре безопасности, их нельзя выписать себе по каталогу «из США». Надеяться здесь на имитацию вершка четырехсотлетнего пути – значит не столько не знать, сколько не уважать достижения западной культуры безопасности [см. 78,108,109,135,157,158,205 и др.].

Фонд знаний, содержащихся в отечественных правилах промышленной безопасности (включая качественные признаки и количественные индикаторы), невозможно полностью заменить результатами анализа опасностей и

[1] Еще в XVIII веке Бенджамин Франклин писал, что тот, кто отказался от свободы ради безопасности не заслуживает ни свободы, ни безопасности [219].

количественной оценки риска аварии. Первые упорядочивают прошлое и предупреждают известные неудачи в настоящем, а вторые ищут угрозы в будущем. Приемлемый и допустимый риск аварии не могут служить единственными критериями безопасности объекта. Помимо методических трудностей применения существует сложнейшая проблема выбора критериев допустимости риска — это вопрос не технократический, а ценностный. Здесь требуется не только знание истории и состояния аварийности и травматизма в отраслях промышленности, но и согласие на принятие опасности рискующими.

Проблему технологической модернизации нефтегазопереработки и других отраслей добывающей и топливной промышленности, не решить радикальным отказом от действующих правил промышленной безопасности. Накопленные культурно-исторические, социально-экономические и организационно-технические опыт и знания (и у нас, и за рубежом) указывают, что требования безопасности — не досадный барьер на «беговой дорожке» предпринимателя к прибыли, а вынужденное ограждение «у пропасти» аварийных потерь людских, промышленных и энергетических ресурсов, предотвращение от возможной утраты Россией ее технологического статуса индустриальной державы.

2.7 Основные выводы к главе 2

По результатам анализа возникновения, развития и современного состояния опасностей крупных промышленных аварий в реформируемых отраслях нефтегазовой промышленности могут быть выделены следующие ключевые положения проведенного исследования:

1. Доминирующие в индустриализме детерминистские мировоззренческие и методологические системы не содержат познавательных средств для исследования зарождения кризисных индустриальных и постиндустриальных явлений, что, в частности способствует латентному вызреванию угроз крупных промышленных аварий до предкатастрофных величин.
2. В постиндустриализме существенно меняются главные принципы принятия и исполнения ограничений промышленной деятельности. Традиционные требования безопасности вынужденно принимаются рациональным осознанием

опасности, а в постмодерне необходимы социо-инженерные технологии неявного принятия ограничений и их внедерективного исполнения.

3. Современные методы предупреждения КПА исторически связаны, но не следуют впрямую из охраны труда и техники безопасности: угрозы КПА сигнализируют и о технологических упущениях, и о возникновении более фундаментальных технико-социальных опасностей при выборе защитного или имитационного направления технологической модернизации индустриальной страны в целом, а не только ее промышленного базиса.

4. При сокращении в 1990-х гг. производства и потребления энергии в большинстве базовых отраслей промышленности РФ наблюдался всплеск аварийности и травматизма. Благодаря инерционному запасу прочности советской технической культуры удалось избежать значительного числа крупных промышленных аварий, рост которых в реформы прогнозировался отечественными и зарубежными экспертами.

5. Резкий спад фиксируемой общей численности травмированных на производстве в начале 1990-х гг. преимущественно обусловлен не успехами в охране труда, а снижением потенциала промышленных опасностей из-за масштабной деиндустриализации. В РФ перестали наблюдать как минимум за половиной происходящих случаев травмирования, последствия которых латентно поглощаются непосредственно рискующими работниками.

6. Наиболее тяжелые и опасные промышленные аварии происходили в России на этапах индустриализации и деиндустриализации, ставшей новым источником современных опасностей КПА. Традиционные индикаторы аварийности и травматизма необходимо дополнять специальными риск-ориентированными показателями опасности КПА: удельными для отдельных ОПО и абсолютными для отраслевой системы ОПО НГК.

7. При исследовании индустриальных опасностей и постиндустриальных угроз КПА в реформируемых и модернизируемых российских нефтегазовых отраслях разработаны и получены оценки риск-ориентированных индикаторов аварийных опасностей (в нефтедобывающей промышленности, в нефтегазопереработке и на

магистральных трубопроводах), показавшие значительное возрастание постиндустриальных угроз КПА в условиях российской деиндустриализации 1990-х гг., реструктуризации и технического регулирования 2000-х гг.:

- в 1990-х гг. при спаде нефтедобычи на 40 %, почти четырехкратном снижении производительности труда и трехкратном сокращении эксплуатационного бурения, абсолютный смертельный производственный травматизм оставался на уровне 20–28 погибших/год, относительный вырос почти на 70 % (с 5,2 до 8,8 смертей/100 млн т), а последующий восстановительный трехкратный рост производительности труда сопровождался почти двукратным ростом риска гибели российского нефтяника;
- на МТТ в 1990-х гг. удельная аварийность на грузооборот резко выросла более чем в 7 раз и только в начале 2010-х гг. вернулась к дореформенным уровням.

8. В российской нефтегазодобывающей промышленности уже в 2010-х гг. могут быть достигнуты максимальные исторические уровни по степени износа основных фондов. Для предупреждения наступления промышленных аварий в этих условиях необходимо адекватное степени износа эксплуатация и обслуживание технологического оборудования, в т.ч. минимизация резких переходных, штатных и нештатных пуск-остановочных режимов в процессе эксплуатации и ремонта.

9. Формализованные знания об опасностях аварий, содержащиеся в отечественных правилах промышленной безопасности (включая качественные признаки и количественные индикаторы), невозможно полностью заменить результатами количественной оценки риска аварии. Первыми упорядочивают прошлое и предупреждают известные аварии в настоящем, а посредством вторых выявляют вызревание угроз в предстоящей эксплуатации проектируемых и действующих ОПО НГК.

В следующей главе рассмотрим проблемные вопросы методического применения современных риск-ориентированных подходов в анализе опасностей крупных промышленных аварий на ОПО НГК.

Глава 3 Риск-ориентированный подход в анализе опасностей крупных промышленных аварий

Аварийность и травматизм – трагические спутники промышленного производства. Качественные и количественные изменения в производственной деятельности, происходившие в индустриальных странах в последние 30–50 лет, выявили недостаточность использования только традиционных способов предупреждения аварийности и травматизма (максимальное исключение непроектных залповых энергетических выбросов и/или обращающихся опасных веществ). В 1970-1980 гг. сначала по западным странам, а затем и по незападным, прокатилась череда крупных промышленных аварий (КПА) с тяжелыми социальными и экономическими последствиями. Изучение трагического опыта этих аварий показало, что для их предупреждения недостаточно только усиления неукоснительного исполнения освоенных организационно-технических мероприятий по технике безопасности, изначально формализованных в нормах и требованиях охраны труда. Необходимостью стало прогнозирование масштаба опасностей аварии и возможности их перерастания в социально-политические угрозы не для отдельного промпредприятия и его окружения, а для системы поднадзорных опасных производств и для индустриальной страны в целом.

Преодолеваемый Россией антииндустриальный крах 1990-х гг. выявил сбой (отсутствие, неадекватность или отключение) индустриальных структур (отраслевая наука, госнадзоры, стандартизация, профсоюзы, партконтроль и др.) предвидения и распознания угроз в индустриальных системах обеспечения безопасности. Эти функции плохо исполнялась уже в позднем индустриализме, а в постиндустриальном кризисном переходе ситуация усугубилась, особенно в сфере предупреждения промышленных аварий.

При столкновении с проблемой крупных промышленных аварий, в условиях недостатка знаний об их реальных угрозах, приходилось устанавливать сверхжесткие требования безопасности, иногда даже фактически замораживавших развитие отдельных аварийноопасных подотраслей

промышленности и транспорта. Так после тяжелейшей аварии под Уфой в 1989 г., в последующих нормах и правилах (последний СНиП 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы») были установлены требования к прокладке магистральных трубопроводов сжиженных углеводородных газов с 3-5-км безусловно внеопасными расстояниями (с запасом) до соседних объектов с присутствием людей. Фактически единственным способом предотвращения тяжелых последствий таких КПА была выбрана «защита расстоянием»: ОПО и его потенциальные жертвы разделялись абсолютно безопасным пространственным буфером. В таком случае возникновение аварии на ОПО формально допускается в любое время и с любой периодичностью. Сама авария не становится крупной только по числу жертв, но потенциал аварийности на таком «удаленном от жертв» объекте в лучшем случае не изменяется. Смягчается «проблема жертв», а вопросы обеспечения промышленной безопасности «снимаются» исключением опасностей, в т.ч. и «замораживанием» производственной деятельности.

Для применения метода «защита временем» был необходим инструментарий оценки и мониторинга аварийных опасностей. По опыту аэрокосмонавтики и ядерной энергетики в сфере промышленной безопасности он стал складываться и развиваться как «анализ риска» (анализ опасностей и оценка риска), а в последнее время как риск-ориентированный подход – выявление, анализ и прогнозирование опасностей промышленных аварий, оценка риска и возможных масштабов их последствий для оптимизации предупредительных организационно-технических мер, недопущения возникновения угроз КПА и постиндустриального обеспечения промышленной безопасности в системе высокоопасных производств.

Буквальное трактование термина «анализ риска» особого смысла не имеет, пока не оговорен контекст понятия «риск». Риск – многозначное и очень широкое понятие, и по-разному трактуется в различных сферах деятельности. Чаще под «риском» понимают саму «опасность», но в ее крайней, угрожающей форме. Иногда акцентируют на неопределенности наступления непонятных событий в будущем – основных угроз уже сложившейся деятельности, т.е. заменяют словом

«риск» понятие «неопределенность» в его негативной коннотации. В быту «риск» – это противоположность «счастливой случайности».

В промышленной сфере под анализом риска понимается процесс выявления и оценки возможных негативных последствий от аварий и инцидентов на конкретных опасных производствах (технологических системах) и представление этих последствий в количественных возможностных показателях опасности аварии, необходимых для оптимизации адресных мероприятий по совершенствованию промышленной безопасности.

Вопреки четким и однозначным предупреждениям в первую очередь зарубежных специалистов, сегодня в России достаточно широко распространены расхожие мнения (особенно среди нового поколения менеджеров), что с помощью «теории риска» можно решить большинство застарелых проблемы безопасности. Напор новации «управления риском» был настолько силен, что даже в российских федеральных законах в области пожарной безопасности [206] были записаны крайне спорные, сомнительные и неадекватные опасности требования о сверке результатов простых арифметических расчетов с абсолютными критериями пожарного риска [221–226]. На состояние пожарной безопасности это в лучшем случае мало повлияло, а на практике расширило [227–229] упрощенные процедуры «подтверждения риском» хорошо известных требований безопасности, уже обоснованных тяжелым опытом прошлых трагедий.

Дать достоверное исчерпывающее заключение о безопасности объекта только с помощью инструмента измерения опасностей нельзя, т.к. безопасность – это не механистическое отсутствие опасности (как в [230]), а системное свойство технико-социальной системы «источник опасности – рискующие» функционировать в условиях меняющихся опасностей и угроз. Иными словами, *опасность* изначально существует «естественно», а *безопасность* всегда культивируется «искусственно». Даже самым точным измерением (оценки риска) внешней «нагрузки» (опасности) не обосновать «внутреннее» состояние (безопасности).

В России словосочетание «управление риском» слишком глубоко уже вжилось в технократический язык, чтобы использовать его в буквальном смысле. Ведь известно, что управляют обычно объектами или процессами [231], но никто пока не показал, что «риск» – это такой-то объект или процесс с такими-то свойствами. «Управление риском» – плод обыденного эссенциализма (субстантивизма), когда риск, как одна из многих характеристик опасного явления, воображается как главная самостоятельная сущность (субстанция), в тень которого оттесняются исходные опасные явления.

Напротив, в риск-ориентированном подходе в промышленной безопасности различают как манипулятивное «управление риском», так и организационно-техническое управление самим опасным объектом, а не его субстанцией «риска». В тени незнания «привычных» опасных явлений могут скрываться иные невидимые опасности и неведомые прежде угрозы. Раннее обнаружение будущих опасностей и прогнозирование зарождения угроз – основной содержательный смысл отечественного риск-ориентированного подхода.

В последние десятилетия постиндустриальный термин «риск» перестает быть новационным, он все чаще вытесняет или подменяет определяющие смыслы традиционных терминов «опасность» и «безопасность». Этот постиндустриальный процесс опасно оставлять бесконтрольным. Его формальные результаты наглядно выявляются из контент-анализа употребление терминов "безопасность", "опасность" и "риск" в российском законодательстве.

3.1 Контент-анализ употребление терминов "безопасность", "опасность" и "риск" в российском законодательстве в сфере обеспечения безопасности

Объект контент-анализа – документы массовой справочной правовой системы КонсультантПлюс (consultant.ru), представленные в локальных информационных банках «Российское законодательство» и «Технические нормы и правила (строительство; отраслевые технические нормы)» на I-е полугодие 2015 г. Методика исследования – количественный анализ текстов с целью

последующей содержательной интерпретации выявленных числовых закономерностей (контент-анализ). Предмет исследования – динамика употребления слов “безопасность”, “опасность” и “риск” в отечественном законодательстве в 1970–2014 гг.

Контент-анализ показал, что с середины 1990-х гг. резко выросло общее количество отечественных нормативно-правовых и нормативно-технических документов (далее - нормативов), в которых употребляются слова «безопасность», «опасность» и «риск» (Рис. 44).

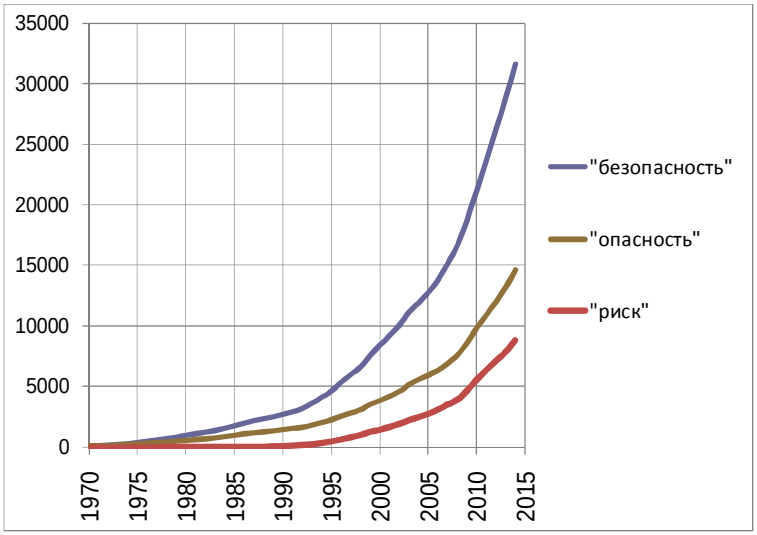


Рис. 44. Количество российских нормативных правовых и нормативно-технических документов, в которых употребляются слова «безопасность», «опасность» и «риск»

В частности, за 1994–2014 гг. количество нормативов, содержащих слово «безопасность», выросло в 7,7 раз, слово «опасность» – в 7,2 раз, слово «риск» – в 25 раз. При этом в нач. 2010-х гг. количество нормативов со словом «риск» в 1,7 раз меньше, чем с «опасностью» и в 3,7 раз меньше, чем с «безопасностью» (Рис. 44). В структуре таких нормативов доминируют правовые акты – на них в начале 2010-х гг. приходится 65–67 % документов со словами «безопасность» или «опасность» (Рис. 45) и более 77 % – со словом «риск».

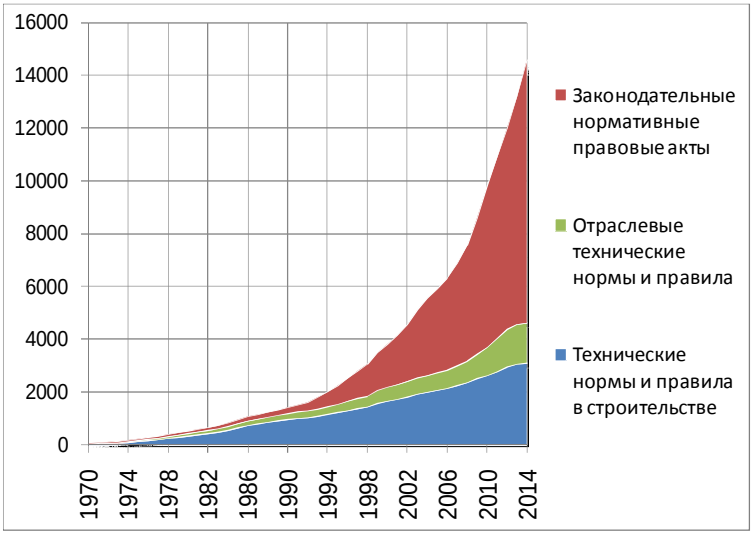


Рис. 45. Количество российских нормативов, в которых употребляется слово «опасность»

Вместе с тем, в начале 1990-х гг. абсолютная доля нормативов со словами «опасность» и «безопасность» резко, более чем вдвое, снизилась среди нормативных и правовых актов (в 1990 г. составляла соответственно 20 и 33 %, а в 2014 г. – 8 и 18 %). При этом доля нормативов со словом «риск» только росла и в 2014 г. достигла 6 % (Рис. 46).

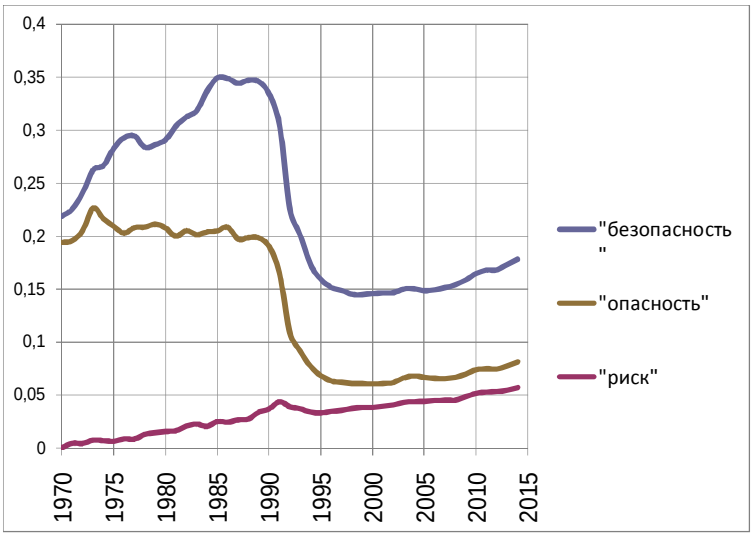


Рис. 46. Доля документов со словом «безопасность», «опасность» и «риск» в общем количестве российских нормативных правовых документов

Скорость насыщения российского законодательства словом «риск» после 1990 г. кратно превосходит словоупотребление и «опасности», и «безопасности». Если по сравнению с уровнем 1990 г. относительная доля нормативов со словом «опасность» и «безопасность» сократилась к 2014 г. соответственно на 12 и 29 %, то со словом «риск», наоборот, выросла - более чем в 10 раз (Рис. 47).

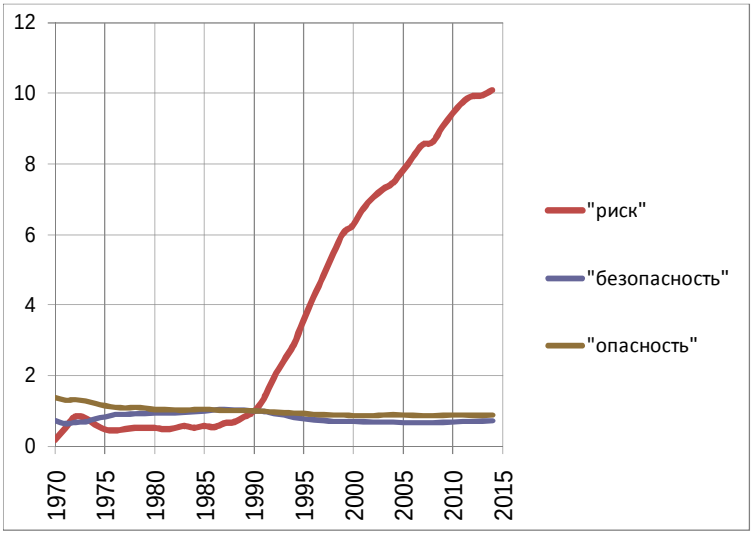


Рис. 47. Индексы доли нормативов со словом «безопасность», «опасность» и «риск» в российской законодательной базе (1990 г. = 1)

В начале 2010-х гг. в России принимается ежегодно в среднем 830 нормативов со словом «риск» (Рис. 48), 1200 со словом «опасность» и 2560 со словом «безопасность», тогда как в 1985-1989 гг. их в среднем принималось за год - 28, 98 и 195 соответственно.

Рис. 48. Количество принятых новых нормативов со словом «риск»

Подавляющее большинство принимавшихся новых нормативов со словом «риск» приходится на область законодательных нормативных и правовых актов (Рис. 48). Скачкообразный рост разработки и принятия нормативных правовых актов со словами «безопасность», «опасность» и «риск» проявился с середины 2000-х гг., что во многом связано с началом проведения реформы технического регулирования. При этом практически не наблюдался аналогичный рост принятия новых технических норм и правил в строительстве, а примерно двукратный

всплеск отраслевого нормотворчества со словами «риск», «безопасность» и «опасность» был только на рубеже 2010-х гг. (Рис. 48, Рис. 49).

Рис. 49. Количество принятых новых нормативов со словом «безопасность», «опасность», «риск»

До 1985 г. шла планомерная разработка и принятие новых технических норм и правил (с употреблением слов «опасность» и «безопасность»), а в Перестройку произошло сокращение их выпуска. Но все-таки в целом сохранялась пирамидальная структура из многочисленных «опорных» технических норм и штучных «основополагающих» правовых актов (см. Рис. 49 до 1990 г.).

С началом реформы технического регулирования (с сер. 2000-х гг.) произошел примерно трехкратный рост вновь принимаемых технических норм и правил, а количество выпускаемых нормативных правовых актов выросло почти в 6 раз (Рис. 49). Полным ходом идет реформирование российского законодательства в сфере безопасности в «перевернутую пирамиду» (Рис. 50), когда «основополагающих» нормативов стало существенно больше «технических». Это может объясняться ростом угроз социально-экономического характера при радикальном реформировании больших исторически сложившихся социо-технических систем (промышленность, энергетика, транспорт, строительство, наука, образование и др.) и создании новых систем жизнеобеспечения (финансовый рынок, налоговая система, страхование, СМИ, высокомобильная ликвидация последствий ЧС, мобильная связь, профессиональный спорт и др.).

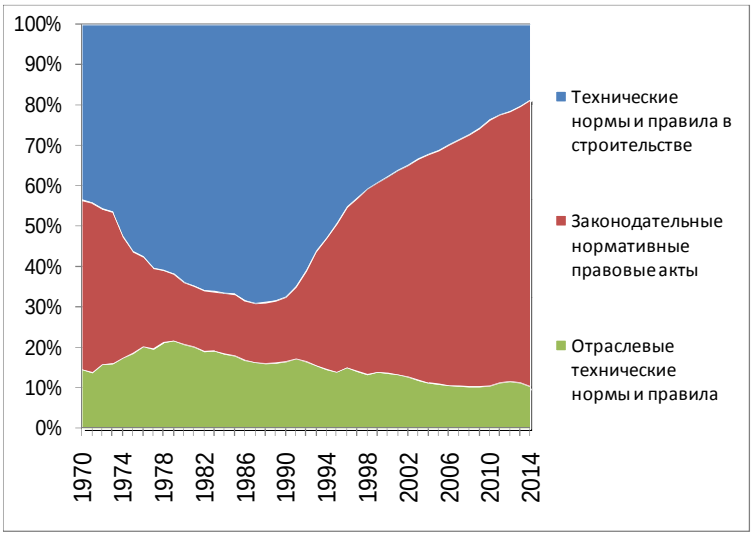


Рис. 50. Структура действующих нормативов со словом «безопасность», «опасность», «риск»

Более привычная для индустриализма картина употребления слов «безопасность», «опасность» и «риск» наблюдается в отечественном нормотворчестве в сфере промышленности. Несмотря на рост законодательных инициатив, здесь пока доминируют технические нормы и правила. Особенно резкий рост общего числа действующих нормативных правовых актов в сфере промышленности с 1990-х гг. наблюдался именно со словом «риск» (Рис. 51).

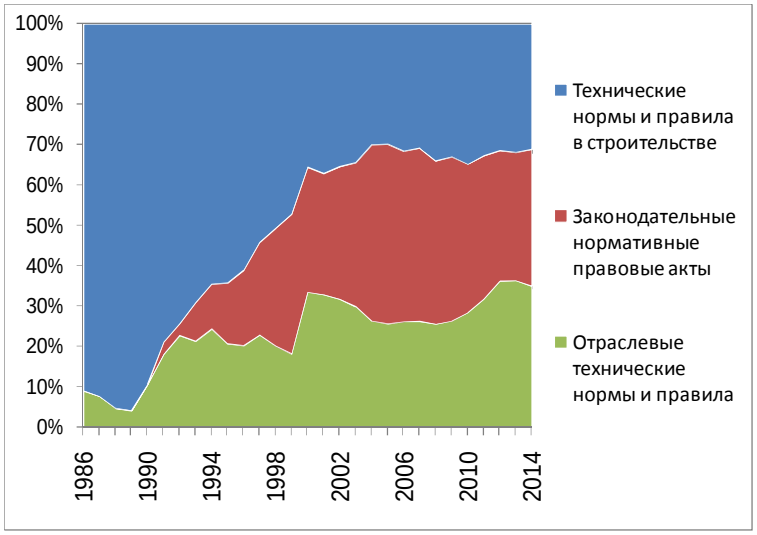


Рис. 51. Структура действующих в промышленной сфере нормативов со словом «риск»

В промышленной сфере резкий всплеск разработки и введения в действие нормативов со словами «безопасность», «опасность» и «риск» происходил на рубеже начала 2010-х гг. (Рис. 52).

Рис. 52. Количество принятых в промышленной сфере новых нормативов со словом «безопасность», «опасность», «риск»

При этом на промышленную сферу приходилось более 50 % таких вновьпринятых технических норм и правил, но не более 7 % всех «безопасных» нормативно-правовых актов в стране (ср. Рис. 49 и Рис. 52).

Другими словами, в промышленной сфере в меньшей степени проявляются «правовые» новации со словами «безопасность», «опасность», «риск», а эти важнейшие понятия в промышленных нормативах больше наполнены «техническим» содержанием. На сегодня в промышленной сфере уже в половине отраслевых технических норм и правил употребляется слово «безопасность», а в трети – «опасность» или «риск». Это косвенно свидетельствует о «техническом» ответе на рост техногенных угроз, вызванного реформой технического регулирования, расчленявшей целостные советские технические нормы и правила на постсоветские конкурирующие составляющие – «безопасность» и «качество».

В промышленной сфере с начала 2010-х гг. слово «риск» становится лидером по употреблению именно в отраслевых технических нормах и правилах (слова «опасность» и «безопасность» доминируют в технических нормах и правилах в строительстве) – на нач. 2015 г. в России действовало уже почти 400 таких документов со словом «риск» (Рис. 53).

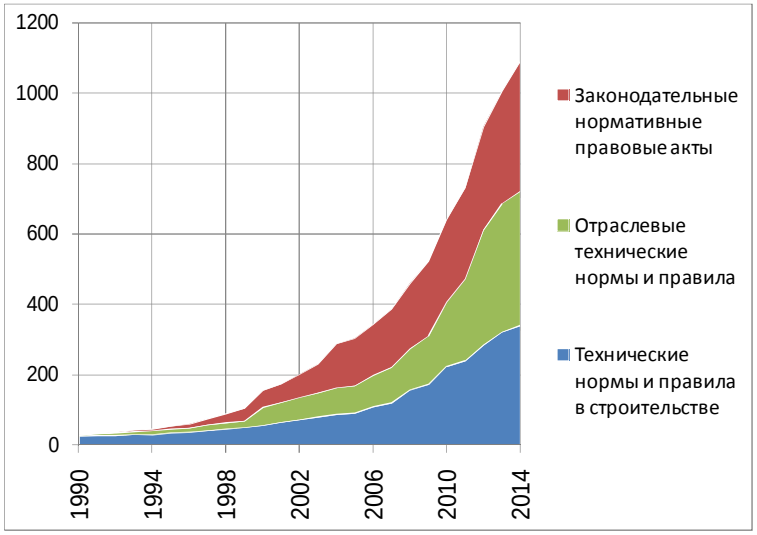


Рис. 53. Количество российских нормативов в промышленной сфере, в которых употребляется слово «риск»

Сравнение данных, представленных на Рис. 44 - Рис. 53, показывает, что примерно с середины 2000-х гг. слова «безопасность», «опасность» и «риск» становятся в промышленной сфере ключевыми «смысловыми наполнителями» технических норм и правил, тогда как в целом в российском нормотворчестве эти слова доминируют в основном в правовых актах. Технические нормы и правила более подвижны (под тем же воздействием изменений техники и технологии), а правовые, как правило, более подвержены влиянию господствующих идеологем. Структурно сложные и многослойные понятия, обозначаемые словами «безопасность», «опасность» и «риск», не могут быть раз и навсегда, четко и однозначно определены с юридической чистотой и точностью. Опасные явления носят пороговый, пограничный характер, - для области «обеспеченной безопасности» необходима постоянная «демаркация границ» из сдерживающих опасности ограничительных норм и правил. Понятия «безопасность», «опасность» и «риск» требуют постоянного наполнения современным содержанием, это вопрос договоренностей (терминологических конвенций), а не правовых откровений «лучшей международной практики»[1]. В первом случае необходимо изучать вполне конкретные «темные стороны» российской постиндустриальной техносферы, а во втором – «темную историю» западной правой системы

[1] Например, в реформу технического регулирования юридической силой правового акта атаковали накопленные в отечественной технической культуре знания о безопасности – ср. родовые признаки в определениях терминов «безопасность» в традиционном ФЗ-116 [76] и инновационном ФЗ-184 [230]: «защищенность» и «отсутствие».

постмодерна. Обе эти задачи важны и не отрицают друг друга. Но в методическом плане и отечественном ракурсе реформ и контрреформ продуктивнее решать проблему современных трактовок ключевых понятий безопасности начиная с анализа техногенных опасностей в российской промышленности.

Риск – многозначное понятие, но в промышленной сфере под анализом риска (сокращение от «анализ опасностей и оценка риска») понимается процесс выявления и оценки возможных негативных последствий от аварий и инцидентов на конкретных опасных производствах (технологических системах) и представление этих последствий в количественных, возможностных показателях опасности аварии, необходимых для оптимизации адресных организационно-технических мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

В области промышленной безопасности под риском аварии понимается не сама опасность или какая-то скрытая угроза, а мера опасности неслучившихся промаварий, характеризующая их масштаб и возможность возникновения (история определения этого термина прослеживается по руководствам Ростехнадзора РД-08-120–96 [232], РД 03-418–01 [233] и РБ-188–2015/РБ-144–2016 [234]). Сложный период становления риск-терминологии происходил в России во многом в сфере обеспечения промышленной безопасности, где технические нормативы включали понятие «риск» уже с середины 1990-х гг.

Проведенный краткий контент-анализ не ставил задачу детальной оценки содержательной части всех нормативов и значимости использованных в них понятий «безопасность», «опасность» и «риск», но позволил выявить следующие тенденции в отечественном правовом и техническом нормотворчестве:

— в подавляющем большинстве нормативов слово «риск» используется как синоним понятия, обозначаемого словом «опасность»;
— понятие «риск» чаще всего употребляется для усиления эмоциональной окраски восприятия опасных явлений;
— во многих нормативах понятие «безопасность» носит декларативный характер, и зачастую употребляется вне связи с конкретной структурой опасностей;

— техрегулирующее внедрение через правовые акты нетрадиционных определений для известных и освоенных в российской технической культуре понятий «опасность» и «безопасность» не привело к вытеснению их базовых и освоенных смыслов, а только создало методические пробелы и неопределенности в обеспечение безопасности современной России;
— законодательство в сфере обеспечения безопасности реформируется в «перевернутую пирамиду», когда основополагающих нормативов стало существенно больше прикладных – это явный симптом терминологической неустойчивости.

Антикризисная «шунтирующая» актуализация риск-ориентированного терминологического поля промышленной безопасности в рамках настоящего исследования проведена при научно-методической разработке процедуры обоснования безопасности, а также ключевых методических руководств по анализу опасностей и оценке риска аварий.

Перечень разработанных и уточненных понятий риск-ориентированной терминологии в области промышленной безопасности представлен в Словаре терминов работы.

3.2 Разработка методических рекомендаций по обоснованию промышленной безопасности

После уникальных крупных промышленных аварий нач. XXI в. в действующем с 1997 г. российском законодательстве о промышленной безопасности в нач. 2010-х гг. произошли значительные изменения, потребовавшие методическую разработку процедуры обоснования вынужденного и допустимого отступления от действующих требований безопасности.

Согласно п. 4 ст. 3 измененного Закона 116-ФЗ [76] обоснование безопасности (ОБ) может быть разработано, когда требуется: 1) отступление от требований промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности (ФНП); 2) таких требований недостаточно; 3) и (или) они не установлены.

Похожие требования установлены законодательством о техническом регулировании [230] и законодательством о градостроительной деятельности [235] к разработке и содержанию специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства (далее – СТУ). Основные требования к СТУ сформулированы в Техническом регламенте «О безопасности зданий и сооружений» [235], в приказе Минрегиона от 01.04.2008 г. N 36 «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства», в Постановлении Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 08.08.2013) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». Хотя эти нормативные документы периодически изменяются, но суть их методической основы сохраняется.

В отличие от СТУ обоснование безопасности применяется на послестроительных (после ввода в эксплуатацию) стадиях жизненного цикла опасного производственного объекта (эксплуатация, капремонт, консервация, ликвидация), на которых осуществляется государственный надзор за обеспечением промышленной безопасности на действующих ОПО. А разрабатывается обоснование безопасности на предэксплуатационных стадиях жизненного цикла ОПО (проектирование, строительство, реконструкция, техперевооружение), а СТУ – на предпроектных.

Для вновь создаваемого ОПО обоснование безопасности разрабатывается на этапе проектирования, а устанавливаемые в нем специальные (компенсирующие или отсутствующие) требования промышленной безопасности непосредственно используются в индивидуальных проектных решениях, требования к которым оформляются в виде СТУ. Строительство ОПО проводится по проекту с СТУ, включающими и специальные требования промышленной безопасности. После ввода в эксплуатацию эти требования промышленной безопасности исполняются на ОПО в соответствии с уже имеющимся обоснованием безопасности (Рис. 54).

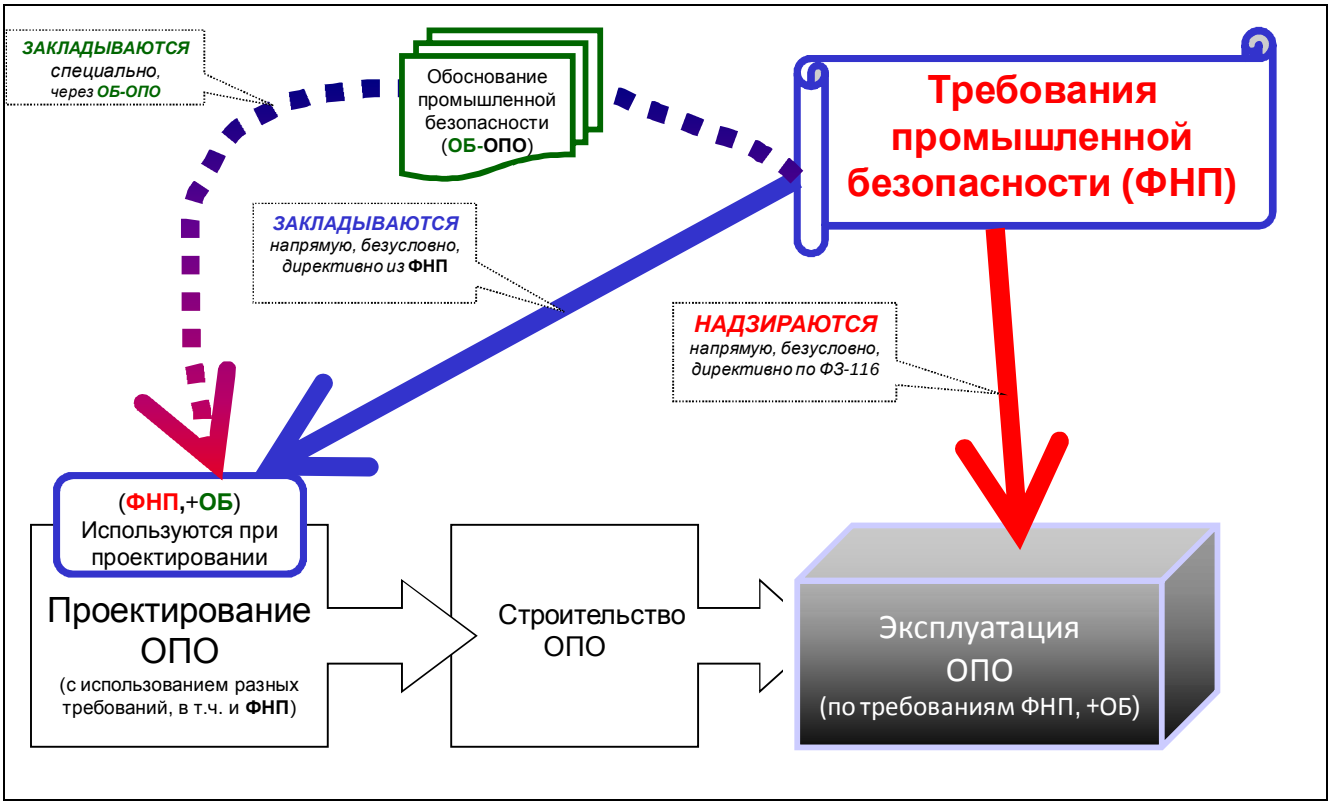


Рис. 54. Общая схема обоснования безопасности при организованном отступлении от действующих требований промышленной безопасности на модернизируемых опасных производственных объектах

Более сложный случай – вынужденные отступления от требований промышленной безопасности на ОПО после ввода в эксплуатацию: здесь необходимы новые методические разработки.

Промышленная безопасность обеспечивается целостной системой норм и правил – совокупностью знаний «*как делать нельзя*» из прошлого опыта аварий, оформленных в результатах последующих научных исследовании и практических рекомендаций. В ОБ необходимо проанализировать не только само «отступаемое требование», а главное – оставленные без него другие «рядом стоящие» нормы на предмет возможности долгосрочного сохранения с их помощью безопасной эксплуатации ОПО. В штатном состоянии требования безопасности всегда выглядят избыточными. Защищенность от опасностей (следствие исполнения норм и правил) остро нужна именно в предаварийные моменты, которых в практике эксплуатации ОПО, и по числу, и по продолжительности, несравнимо меньше, чем штатных режимов.

Нежелание выполнять нормы – это субъективная случайность, а возникающая при преступлении норм дополнительная техногенная опасность и

требуемая защита от нее – это объективная необходимость. Предназначение требований безопасности не в «увеличении благ», а в «сокращении ущербов», несмотря на то, что главный критерий успеха в индустриальном обществе – экономическая эффективность, при оценке которой зачастую аварии на ОПО исключаются из рассмотрения (особенно их долговременные последствия). В краткосрочный период невыполнение норм достаточно быстро освобождает от затрат на обеспечение безопасности. Их необходимость или недостаточность проявляются уже после случившихся аварий.

Обоснованное отступление от действующих требований безопасности допустимо только после необходимого и достаточного анализа опасностей отступления от норм:

— компенсирована ли «брешь в защищенности», образующаяся из-за отказа от исполнения действующего требования, с помощью других адекватных дополнительных требований безопасности, и/или изменением структуры оставшихся ограничений;
— доказано, что «брешь в защищенности» не образуется, вследствие изменения структуры опасностей аварии (т.е. показано, что отдельные опасности аварии теперь неактуальны).

Данные методические положения нашли непосредственное отражение при разработке федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» [220], в п. 15 которых указано, что «*обоснование безопасности должно содержать сведения о необходимости отступления от действующих норм и положения, компенсирующие эти отступления*».

Зачастую утверждается, что новации законодательства, вопреки заявлявшемуся упрощению, на практике приводят к дублированию обязательных процедур, к дополнительной нагрузке на предпринимателя. Здесь уместно вспомнить о «разгрузке» предпринимателей в реформы 1990-х гг. – подробно главные результаты деиндустриализации 1990-х гг. рассмотрены выше в подразделе 2.2. Антипромышленная «разгрузка» была не только *не выгодна*

стране экономически, но и технологически *опасна*. Например, в реформе реструктуризации российского углепрома в погоне за эффективностью получили эффекты двукратного падения подземной добычи и роста крупных аварий (см. подробнее подраздел 2.3 и [104, 180, 181]).

В сфере промышленной безопасности причиной дублирования административных нагрузок стали прямые результаты реформы технического регулирования, когда *единая* и системная процедура обеспечения промышленной безопасности на всех стадиях жизненного цикла ОПО была административно расчленена на «проектирование» и «эксплуатацию». В череде перманентных административных реформ здесь была проведена жесткая межведомственная граница с новационным перераспределением и созданием новых государственных функций и полномочий («традиционный» Ростехнадзор в постиндустриальной реформе техрегулирования их в основном утрачивал). Следствием административного разграничения «проектирования» и «эксплуатации» стало т.н. дублирование положений СТУ и обоснования безопасности.

Контрпродуктивно (и неэтично по отношению и к погибшим, и к страданиям будущих жертв аварий) называть «дублированием» простейшую перепроверку обоснованности *отказа* от норм безопасности предпринимателем «в случае необходимости». В таких *без*ответственных случаях резервного дублирования недостаточно. Сегодня «нагрузка» на предпринимателя по обоснованию безопасности несопоставима с той «разгрузкой», которую бизнес приобретает, отступая от норм безопасности. При реализации СТУ и обоснований безопасности бизнес наращивает опасную силу эффективности, а ее необходимо упорядочить в безопасный промышленный рост. По умолчанию для безответственных предпринимателей процедура обоснования безопасности должна быть административно сложнее и экономически затратнее, чем ответственное исполнение действующих требований безопасности.

Другой вопрос – нужны ли компенсирующие мероприятия для отступления от заведомо «отсталых» требований. Ведь отдельные предприятия работают с некоторыми нарушениями, достаточно долго и без аварий. Через обоснование

безопасности предлагалось легализовывать уже допущенные фактические отступления от требований безопасности без компенсирующих мероприятий, проектной документации и проч. нагрузки на бизнес. Это противоречит объявлявшейся ранее доктрине необходимости введения новаций в ФЗ-116. Промышленный бизнес в реформы объяснял, что правила безопасности не дают ему модернизироваться и развиваться, связывают планируемые инновации. Для оправдания промышленной стагнации изобрели досадный термин – «избыточные инвестиции» (см. подробнее подраздел 2.6 выше и [132, 166,186,187,204]). Тогда с безвыходной надеждой решили, что пусть бизнес отступает «чуть-чуть» от правил безопасности, лишь бы модернизировал производство, внедрял новые технологии, строил новое, заменял изношенное и т.д. В качестве законодательной помощи для модернизации российской промышленности специально ввели процедуру обоснования безопасности. Невозможно модернизировать действующее производство без технического перевооружения и реконструкции. Безответственно и опасно отступать от правил безопасности и отвергать компенсирующие инновационные мероприятия. Пренебрежение промышленной безопасностью быстро породит *беспромышленную* опасность постиндустриальной России.

В данном подразделе рассмотрены основные причины и принципы введения новой процедуры обоснования безопасности. Совсем другой методический вопрос, как именно разрабатывается обоснование безопасности, - т.е. как установить и подтвердить соблюдение условий сохранения состояния безопасной эксплуатации ОПО НГК при частичном и компенсированном отступлении от действующих требований безопасности, в т.ч. и для увеличения эффективности производства. В следующих подразделах рассмотрим главные особенности научно-методической и технико-социальной проблемы «смены норм» (от индустриальных к постиндустриальным), реализующейся в процедуре обоснования промышленной безопасности опасного производственного объекта.

3.3 Условия безопасной эксплуатации при отступлении от требований промышленной безопасности

Условия безопасной эксплуатации опасных производственных объектов претерпевают существенные понятийные и фактические изменения в кризисном переходе в постиндустриализм. В сфере промышленной безопасности в начале 2010-х гг. этот процесс был упорядочен и организован формализованной процедурой обоснования безопасности ОПО (см. схему выше на Рис. 54). Обоснованием безопасности регламентируется необходимость разработки и внедрения дополнительных и компенсирующих мер безопасности в случаях когда: 1) требуется отступление от установленных требований промышленной безопасности; 2) таких требований недостаточно; 3) и (или) они не установлены [76] Во всех трех случаях (Рис. 55) необходимо проверить и подтвердить соблюдения условий безопасной эксплуатации ОПО НГК – т.е. обеспечить достаточную защищенность рискующих от опасности аварий как на ОПО НГК, так и за его пределами.

Согласно разработанному п. 10 ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (далее – ФНП ОБ) [220] специальный раздел соответствующего документа об обосновании безопасности "Условия безопасной эксплуатации опасного производственного объекта" должен содержать:

«определение набора *параметров* и выбор основных *показателей* безопасной эксплуатации опасного производственного объекта;

оценку значений выбранных *показателей* до и после отступления от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;

сравнение значений выбранных *показателей* безопасной эксплуатации опасного производственного объекта с *критериями* обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;

обоснование решения о безопасной эксплуатации ОПО».

Рис. 55. Схема требований промышленной безопасности, устанавливаемых в обосновании безопасности (ОБ)

Разработанные условия – результат применения общеметодического анализа сложных систем (системный анализ, системный подход) к исследованию ключевых свойств как ОПО (*опасность аварий*), так и более общих систем «ОПО-Примыкающие объекты» (сфера *промышленной безопасности*).

Традиционно в действующей системе опасных производственных объектов приоритетно предупреждение аварийности и травматизма (направленность на исследование опасностей аварий и надзор за исполнением требований промышленной безопасности на ОПО), чем локализация и ликвидация последствий (спасение возможных пострадавших от аварий, как на самом ОПО, так и на примыкающих к ОПО иных природных и антропогенных объектах). Для краткости это обозначают, как обеспечение промышленной безопасности ОПО.

В сфере промышленной безопасности основной *Объект* изучения – *сложная* технико-социальная *система* как опасный производственный объект – ОП-*Объект* или ОПО (источник опасности аварий и соответствующего установления требований промышленной безопасности). Главное отличительное (родовое) свойство этого *объекта* – опасность производственной деятельности, в частности – опасность возникновения промышленных аварий. Их предотвращение и(или) смягчение возможных последствий – ключевая предметная область сферы обеспечения промышленной безопасности (см. подробнее подраздел 4.1 ниже). Поэтому для обоснования безопасности целесообразно использовать основные процедуры анализа сложных систем [236], в которых существенно важно различать *параметры* (в т.ч. технологические, социально-экономические и проч. измеримые на ОПО величины), *показатели* (в т.ч. эксплуатационных характеристик или производственных опасностей) и *критерии* (в т.ч. безопасной, эффективной эксплуатации ОПО).

Все что можно количественно измерить на ОП-*Объекте* называют *параметрами* – например, количество технических устройств, объемы обращающихся веществ, расстояние от операторных до резервуаров, давление в сосудах, высота и вместимость обвалования, количество пожарных гидрантов, численность травмированных на производстве за год, средний размер аварийной

утечки, толщина стенки трубопровода, периодичность технических осмотров оборудования и проч.

Параметры могут признаваться *показателями* каких-либо свойств ОП-*Объекта*, только если предложена, определена или установлена (посредством гипотезы, теории, постулата и т.п.) связь между количественным значением параметра и качественными характеристиками того или иного свойства.

Так общепризнанным *показателем опасности* ОПО выступает количество обращающихся на ОП-*Объекте* опасных веществ (см. ФЗ-116 [76] или евродирективы Севезо [1,2,79]). Связь между этим *показателем* и свойством *опасности* ОПО может считаться постулатом, причем пока не опровергнутым имеющимся опытом аварий и согласующимся со здравым смыслом. Для данного показателя существуют и теоретические обоснования – энергетические и энерго-энтропийные концепции происхождения техногенных опасностей [160,237]. Важнейшим признаком изученности этого вопроса является общепринятый полуэмпирический критерий количеств обращающихся на ОПО опасных веществ, позволяющий разделить ОПО на две группы по степени опасности (по ФЗ-116 – декларируемые и недекларируемые ОПО).

В любых правилах безопасности содержатся указания о необходимости соблюдения ограничений (ограниченной области безопасной деятельность), приближение к границам которых оценивается по показателям безопасности.

Другими словами, при обосновании *безопасности*, разработчик должен четко указать какие именно *параметры* (технологические, организационные, экономические и др.) он отобрал из ему доступных (измерения, статистика, опыт, мнения экспертов и т.п.) и почему именно они приняты в качестве *показателей* ***безопасности*** ОПО при отступлении от конкретной нормы. Т.е. необходимо обосновать сначала выбор из множества доступных *параметров* именно тех *показателей*, по значениям которых в дальнейшем можно будет судить об изменениях в обеспечении безопасности ОПО до и после возможных отступлении от действующих требований промышленной безопасности.

О том, насколько критичны изменения при отступлениях от норм – т.е. отклонения значений того или иного *показателя* безопасности – судят с помощью специальных правил, которые называют *критериями* (в ФНП ОБ [220] они названы «критерии обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности»).

Если связь между *показателем* и самим *свойством* (которое он показывает, вскрывает) установлена, только тогда могут быть выбраны и установлены *критерии* – правила, разделяющие все множество возможных состояний ОПО на подмножества, например, – безопасное и угрожающее (предаварийное). Обосновывается и *выбор* показателей, и *критерии* обеспечения безопасности по обоснованным показателям безопасности ОПО.

Для сокращения иногда критическое значение *параметра* называют просто *критерием*. В этом случае правило о непревышении этого значение подразумевается латентно. В общем случае критическое значение показателя безопасности должны быть не точечным, а интервальным.

В действующих правилах безопасности все вышеприведенные процедуры (отбора *показателей* из *параметров*, их измерение и сравнение с обоснованными *критериями*) уже проведены (явно или неявно). Поэтому и при отступлении от требований эти процедуры должны быть исполнены в обосновании безопасности (недопустим экономоцентричный отказ со ссылками на текущую невозможность выполнить индустриальные нормы).

Требования безопасности должны не «*увеличивать блага*», а «*сокращать ущерб*» Особенно это сложно совместить с неолиберальными критериями успешности в экономической эффективности (напр., рентабельности). «Рентабельность» в контексте индустриальных техногенных угроз – есть сбрасывание издержек на традиционные структуры (обычно на население и госслужбы спасения и восстановления). Разработчики и эксперты обоснований безопасности фактически принимают на себя ответственность за постановку и ответ на вопрос - на кого будет возложено бремя неизбежных ущербов

рискованного экономического роста без защищенности, обеспечиваемой исполнением требований безопасности.

Еще один важный и сложный методический вопрос – являются ли расчетные величины риска аварии показателями безопасности ОПО? Однозначно отрицать или утверждать это нельзя. Впрямую риск – это *показатель* опасности, а не безопасности. Но, не зная карту опасностей (их структуру, динамику, накал), нельзя и безопасность обеспечить (неизвестно где, когда и сколько необходимо и достаточно ограничительных мер). Контрпродуктивно считать индивидуальный риск гибели человека – главным (универсальным, общепринятым и проч.) показателем промышленной безопасности (например, для нефтеперерабатывающей установки, которая м.б. автоматизирована с устранением угрозы гибели людей). Но промышленная безопасность – не только предотвращение смертельного травматизма. Иначе в любой предаварийной ситуации операторы должны безответственно бросать свои рабочие места и бежать прочь, чтобы индивидуальный риск их гибели не превысил «10^{-6}».

В обосновании безопасности должна быть четко прописана теория (гипотеза, постулат, авторитетное мнение, концепция или др.) о связи риска аварии не с опасностью (такие теории есть и известны), а с другим свойством ОПО – промышленной безопасностью. Если такая связь установлена (показана, разъяснена), то, несомненно, можно и нужно использовать риск аварии в качестве показателя при обосновании безопасности. Это – важнейший этап обоснования безопасности по ФНП ОБ: «определение набора *параметров* и выбор основных *показателей* безопасной эксплуатации опасного производственного объекта» [220]. Без *обоснованного выбора*, риск аварии остается одним из многих *параметров* ОПО, и никаким *показателем* безопасности ОПО служить не может (любой параметр потенциально что-то показывает, но неизвестно что, – требуется установить обоснованную связь с исследуемым свойством или зависимость с другим уже известным показателем этого свойства). Обоснование безопасности – это приоритетное обоснование *показателей* и *критериев* безопасности ОПО.

Промышленная безопасность обеспечивается *целостной системой норм*, и просто исключить какое-либо требование нельзя. Важно проанализировать не само «отсталое требование», а оставшиеся нормы на предмет возможности долгосрочного сохранения с их помощью безопасного состояния системы – как изменить структуру оставшихся требований, где и какие требуются компенсирующие мероприятия. Ответ на этот вопрос может быть косвенно проконтролирован при обосновании *критериев* обеспечения безопасности и сравнении с ними значений оцененных *показателей* безопасности ОПО, на котором допущено (предполагается) отступление от действующих требований безопасности. Другими словами, если частью российских постиндустриальных промышленников отвергаются имеющиеся знания о безопасности индустриализма (см., п. 2.6 выше), то должны предлагаться какие-то другие источники постиндустриального знания, а значит и новые силы, удерживающей промышленные опасности в «загоне» оставленных требований безопасности. Искренних надежд на силу зарубежных стандартов здесь не достаточно.

Приведем два характерных примера по постмодернистскому изменению выбора критериев безопасной эксплуатации опасных производственных объектов:

Пример 1. Реформа определения энергопотенциала взрывоопасности.

В действовавшей на 2015 г. редакции федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [238] (далее – ОПВБ) в Приложении 2 пункта 1 указывалось:

«1. Энергетический потенциал взрывоопасности Е (кДж) блока определяется полной энергией сгорания парогазовой фазы, находящейся в блоке, с учетом величины работы ее адиабатического расширения, а также величины энергии полного сгорания испарившейся жидкости с максимально возможной площади ее пролива, при этом считается:

1) *при аварийной разгерметизации аппарата происходит его полное раскрытие (разрушение)*;

2) площадь пролива жидкости определяется исходя из конструктивных решений зданий или площадки наружной установки;

3) время испарения (время контакта жидкости с поверхностью пролива, принимаемое в расчет) принимается не более 1 ч.».

В ходе обсуждения изменений ОПВБ представителями бизнес-сообщества предлагались следующие новационные редакции пп 1) п. 1 приложения 2 ОПВБ:

предлагаемая редакция пп 1) (А):

1) *при аварийной разгерметизации аппарата происходит его частичное или полное раскрытие (разрушение), что обосновывается в проектной документации качественными и количественными методами анализа опасностей технологических процессов в соответствии с прил. 1 и 3 к настоящим Правилам и подтверждается статистическими данными имевших место аварий;*

предлагаемая редакция пп 1) (Б):

1) *размеры и формы отверстия (разрушения), а также интенсивность утечки обосновываются в проектной документации результатами анализа опасностей технологических процессов, проведенного в соответствии с приложением №1 и таблицами приложения №3 к настоящим Правилам, с использованием методов анализа риска аварий на ОПО*.

Вышеприведенные изменения в Приложение 2 ОПВБ содержат нетрадиционные и специфические критерии обеспечения промышленной безопасности для действующей системы поднадзорных опасных производств. В п.1 раздела 1 Приложения 2 ОПВБ указано: «Энергетический потенциал взрывоопасности Е (кДж) блока определяется *полной энергией сгорания парогазовой фазы, находящейся в блоке*…», т.е. речь идет о максимально возможной выделившейся энергии, что соответствует участию в процессе всего потенциально опасного вещества, находящегося в технологическом блоке.

Это соответствует максимальной реализуемой опасности блока, зависящей только от массы и свойств опасных веществ, и вовсе не ограничено размером дефектного отверстия. Это четко и указано в пп. 1) *при аварийной разгерметизации аппарата происходит его полное раскрытие (разрушение)*;

Во всех действовавших ранее редакциях до 2015 г. ОПВБ – определение энергопотенциала взрывоопасности блоков необходимо только для классификации составляющих ОПО по степени опасности, а не для «точного» определения объемов аварийной утечки (для последующей оценки размеров зон поражения). Определение реально возможных объемов аварийных выбросов – важная задача, но она находится вне предметной области категорирования по энергопотенциалу.

Само понятие «энергопотенциал» несет в себе представление о максимальном объеме высвобождающейся аварийной энергии. Принятие постмодернистских предложений по изменению ОПВБ существенно исказит модель оценки энергопотенциала взрывоопасности, которая исчерпывающе описана в п. 1 Приложения 2 ОПВБ. С такими изменениями «энергопотенциал» превратиться в «энерговыброс», а это существенно изменить всю методическую основу ОПВБ, а не только его Приложения 2 и войдет в серьезный диссонанс с ключевыми положениями ФЗ-116 [76].

Аварийная опасность (в т.ч. по ФЗ-116 [76]) определяется фактом наличия в обращении на ОПО *всего* объема опасных веществ, а вовсе не объемом возможных аварийных утечек (ОПО регистрируется в реестре не по возможному объему аварийного выброса, а по общему «потенциалу выброса» - по максиму наличия веществ). Энергопотенциал блока – это прямой аналог класса опасности по ФЗ-116 [76]. Определение энергопотенциала необходимо только для классификации опасностей по составляющим ОПО, а не для оценки зон возможного поражения (как зачастую его неверно используют проектировщики). Для оценки размеров зон возможного поражения при аварии действительно необходимо учитывать и частичное раскрытие, и интенсивность утечки и мн. др. факторы. ОПВБ не запрещают это делать для любых технологических блоков, предварительно классифицированных по энергопотенциалу взрывоопасности.

Предлагаемые поправки фактически отменяют всю индустриальную логику регулирования безопасности на ОПО по действующим правилам безопасности. Требования ОПВБ в значительной степени установлены в зависимости от категории взрывоопасности технологического блока (п. 2.2 ОПВБ), в частности:

— по управлению технологическим процессом и противоаварийной защите – пп. 3.6, 3.10, 3.12, 3.20;
— по технологическим процессам – пп.4.4.5, 4.6.2, 4.6.4;
— по аппаратурному обеспечению – пп. 5.1.9, 5.2.4, 5.3.2, 5.4.9, 5.5.7, 5.5.9-5.5.13;
— по системам управления и ПАЗ – пп. 6.2.1, 6.3.4, 6.3.6-6.3.8, 6.3.22, 6.5.1, 6.5.2, 6.8.1, 6.8.3;
— по энергообеспечению – пп. 7.2, 7.3;
— по системам водопровода – 9.10.

Исключение единого критерия категорирования взрывоопасности блоков, потребует переработки содержания ОПВБ (изменится мера опасности блоков).

Предлагаемые изменения к ОПВБ могут быть приняты, но в этом случае потребуется исключить (или переработать) ***все*** требования ОПВБ, основанные на различном уровне опасности технологических блоков (установок).

Предлагаемые поправки в рамках индустриальных моделей – деструктивны. Контрпродуктивно рассчитывать энергопотенциал по *вероятностным* условиям разгерметизации, а не по *детерминированной* массе фактически обращающихся в блоке опасных веществ. Последствия такого подхода: субъективная вероятностная оценка энергопотенциала блока, не зависящая от размеров блока и массы опасного вещества в блоке. Т.е. при определенных вариантах расчета небольшой технологический блок (узел) с менее взрывоопасным веществом может иметь такой же энергопотенциал взрывоопасности, как и масштабная технологическая установка с взрывоопасными ОВ (и наоборот) – т.е. требования ОПВБ станут неадекватны опасности блоков. Постиндустриальные изменения требуют и нового комплекта постиндустриальных правил. На зачищенном месте они сами собой не возникнут. В данном случае целесообразна разработка классификатора динамической степени аварийной опасности в дополнение к установлению статического класса опасности для ОПО (см. подробнее главу 4).

Пример 2. Нефтеперекачивание в городской черте с учетом норм специальных технических условий (СТУ): чем измерить опасность аварии от необоснованных проектных решений.

Согласно требованиям СП 36.13330.2012 [239] не допускается прокладка нефтепроводов по территории населенных пунктов, кроме случаев их подключения к предприятиям перевалки и хранения нефти (причем с ограничением на ном. диаметр до DN 700 и на рабочее давление до 1,2 МПа).

В РФ имеются нефтеперекачивающие станции с примыкающими трубопроводами прошлого века постройки, которые по факту уже расположены в границах населенных пунктов. Урбанизация наступает. Сооружения изношены. Требуется их реконструкция. В предпринимательских целях реконструируемое нефтеперекачивающее сооружение предполагается оставить в городской черте, но

существенно повысить энергоемкость и производительность (увеличить давление перекачки и/или диаметр трубы, например, до DN 1200 и до 7,5 МПа).

Зачастую поступают так. Считают СП 36.13330.2012 [239] «устаревшим» и применяют его «свободно» – отбирают из действующих правил только приятные (дешевые) для заказчика СТУ требования, параллельно рассчитывают риск аварии и сравнивают его с допустимым пожарным риском «10^{-6}» из обсуждавшегося уже выше Пожтехрегламента–2008 [206].

Это безответственное, а во многих случаях и опасное отступление от действующих требований безопасности. Если требуется что-то измерить, необходимо пользоваться пригодным для данного случая инструментарием (для измерения пожарного риска и сравнения с «10^{-6}», есть специальная методика МЧС России [240]: риск аварии – это не пожарный риск). Если требуется измерить опасность, необходимо пользоваться не абсолютными («10^{-6}» на все случаи), а относительными величинами, причем уровень, от которого измеряется «относительность» уже определен выполнением действующих правил безопасности. Если потребовалось отступать от правил, то необходимо определять «уровень правил» в конкретных случаях отступления (должна иметься методика, представительные исходные данные, квалифицированные расчетчики и проч.).

Приравнять «уровень правил» раз и навсегда к «10^{-6}» – грубая методическая ошибка. В разных случаях «уровень правил» разный, он может быть и больше, и меньше – ведь правила пишутся исторически, они не такие абсолютизированные, как идеологизированная абстракция «10^{-6}» из постмодернистской концепции «абсолютного риска», подменившей концепцию «абсолютной безопасности». Для ОПО НГК, где инструменты риск-анализа применяются наиболее широко, важно не допустить редуцирования системного риск-ориентированного подхода в риск-предписывающие расчеты перемножения низкой частоты возникновения аварии и очень высокого размера последствий. Подобный риск-предписывающий механизм опасно увеличивает общую неопределенность безаварийного функционирования реальных технических систем ОПО НГК.

Рассмотрим методическую проблему безопасного нефтеперекачивания в городской черте. Предположим авторитетно установлено (подтверждено зарубежными источниками), что в РФ около нефтепровода индивиду приемлемо погибать не чаще «одной миллионной» в год. Тогда, имея развитый аппарат расчетов рисков, можно пересчитать *один раз* этот показатель безопасности для подавляющего большинства случаев в привычные технологические характеристики трубопровода. И однозначно записать в действующих правилах, что по городам можно и нужно прокладывать нефтепроводы не с DN 700 и 1,2 МПа, как сейчас допустимо, а с DN (700+X) и (1,2+Y) МПа и на расстояниях Z до селитебных зон. Никакие СТУ не нужны и незачем каждый раз проводить расчет и проверять на «10^{-6}» трубопроводы, особенно явно меньшие по опасности, чем DN (700+X) и (1,2+Y)МПа.

Из вышеприведенных типовых примеров видно, что если требуется измерить опасность, необходимо пользоваться не абсолютными, а относительными риск-ориентированными величинами, причем уровень, от которого измеряется «относительность» определяется выполнением действующих правил безопасности, а если потребовалось отступать от правил, то необходимо определить «уровень правил» в конкретных случаях отступления.

В общем случае критерий обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от действующих требований безопасности определяется следующим образом:

в предположении, что на ОПО выполнены все действующие правила безопасности, определяется уровень безопасности (УБ), т.е. «уровень правил» по выбранным основным показателям безопасной эксплуатации. В самом простом случае УБ может быть оценен по текущему уровню опасностей, измеряемых, например, риском аварии R_0, т.е. УБ = $-R_0$;

при отступлении от норм без компенсирующих мер определяется пониженный уровень безопасности: УБ$_1$ = $-R_1$, где R_1 — оценка увеличившейся опасности аварии в этом случае;

если $R_1 \leq R_0$, то это явный признак непригодной методики их оценки (как оценки функции значений набора показателей) или ошибочного выбора показателей безопасной эксплуатации;

если $R_1 > R_0$, то обосновывается допустимый уровень опасности, измеряемый $R_{доп}$, для конкретного случая отступления от норм:

$$R_{доп} = R_0/КЗ, \quad (4)$$

где *КЗ* — коэффициент запаса, учитывающий состояние техники и кадров, значимость норм, неопределенность методик и исходных данных для расчета, чувствительность методики расчета к учету компенсирующих мероприятий, значимость модернизации и пр. (при отсутствии или недостаточности обоснования *КЗ* > 1).

Значение $\Delta_R = R_1 - R_{доп}$ — это индикатор для разработки набора обоснованных компенсирующих мер, которые должны иметь соответствующий эффект повышения защищенности рискующих и компенсировать опасность исследуемого отступления от ФНП.

Например, для магистральных нефтепроводов предложенные мероприятия, компенсирующие отступления от норм, могут быть обоснованы как достаточные, если с использованием методики балльной оценки [268] показано, что $\Delta_R = 0$. В противном случае незачем в ОБ представлять «расчеты риска по действующим методикам»: расчеты не связаны с предлагаемыми мерами. Это рано или поздно вскроется экспертизой (и по линии СТУ, и по линии ОБ).

Если Δ_R=0, то разработан только минимум, – компенсирующие меры. Кроме компенсации нужны еще и дополнительные меры (т.е. *КЗ* > 1): нужна гарантия, что будет не хуже по безопасности после компенсированных отступлений (Δ_R=0). Дополнительные меры – это запас на незнание (несовершенные методики оценки опасности, неопределенность исходных данных, сложность учета синергетических эффектов кумуляции опасностей и взаимовлиянии упреждающих мер, относительность уровня опасности объекта и т.д.).

В распространенных шаблонах ОБ и СТУ необходимость их разработки обуславливается, как правило, экономическими критериями. Отсюда следуют дальнейшие расхождения в трактовках «о необходимости» этого деяния.

Желания предпринимателя (как проводника «нового», оседлавшего силу «эффективности») – это вовсе не необходимость разработки СТУ или ОБ «в стесненных условиях». Да, предприниматель пока задает мейнстрим нынешней социальной реальности, но субъективные желания не поглощают техногенные опасности, скорее увеличивают их. Предприниматель как революционный тип обязан сбрасывать «социальные оковы», в т.ч. и с окультуренных опасностей в техносфере. Желание предпринимателя спроектировать и создать «новую» техносферу и нежелание выполнять «старые» нормы безопасности имеющейся техносферы – это не равноценные, и не симметричные понятия. Пристрастный вопрос, что лучше «новое» или «старое» лежит вне темы определения «беспристрастной» необходимости. А зачастую понятие необходимости догружают идеологически окрашенными ценностными суждениями. Это нужно учитывать, и в целях первичного анализа опасностей обязательно максимально очищать знания от предпочтений (учитывать как фон: новое российское законодательство сформировано под жестким прессом неолиберальных идеологем). Один из основоположников современной экономической теории Адам Смит предупреждал, что предприниматель должен жестко контролироваться государством и обществом. Например, в своем в главном труде «Исследования о природе и причинах богатства народов» он указывал, что «к предложению об издании какого-либо нового закона или регулирующих правил, относящихся к торговле, которое исходит из этого класса, надо всегда относиться с величайшей осторожностью; его следует принимать только после продолжительного и всестороннего рассмотрения, с чрезвычайно тщательным, но и чрезвычайно подозрительным вниманием. Оно ведь исходит из того класса людей, интересы которых не совпадают с интересами общества, который обычно заинтересован в том, чтобы вводить общество в заблуждение и даже угнетать его,

который действительно во многих случаях и вводил его в заблуждение и угнетал» (цит. по [241]).

Нежелание выполнять нормы – это «субъективная» случайность (ведь раньше нормы выполнялись и сейчас нормы установлены для выполнения), а вот возникающая при преступлении норм дополнительная техногенная опасность – это «объективная» необходимость. Похожее положение дел описано в уголовном кодексе для общественных опасностей – в момент совершения преступления норм (опасное посягательство на жизнь и здоровье) допускается *необходимая оборона* от возникающей опасности (а случайная оборона не допускается). При этом уровень обороны не должен превышать возникшую опасность (ее сложно оценить в момент совершения молниеносного преступления, отсюда и судебные тяжбы, кто кого увечил первым, – для жертвы даже введено специальное уточнение о крайней необходимости). Но уголовный преступник готовит преступление *тайно* и именно в это время имеет возможность взвешивать «выгоду от опасности» на основания доступных знаний и своего опыта (а жертва не успевает сделать быструю оценку и мгновенно применить компенсирующие опасность меры, у нее обычно нет ни специальных знаний, ни опыта). При разработке СТУ или ОБ эта теневая сторона подготовки «преступления норм» становится открытой – поэтому и деяние называется *отступлением*, а не преступлением. Если знания о возникающих при отступлении от норм опасностях скрываются (умышленно или по неведению), то это уже преступное деяние (тяжесть наказания зависит от умысла). Знания об опасностях *необходимы*, чтобы стать силой по защите от них. Без знаний и силы нет. В сфере обеспечения безопасности это проявляется очень наглядно (трагично и жестоко, в тяжелых авариях).

Допустим, организованная предпринимательская группа по своим субъективным представлениям (и целям) задумала отступление от установленных норм безопасности (которые до их замысла сохраняли и сохраняют опасный объект в безопасном состоянии) – это обычная случайность, никакая это не заявленная «необходимость отступления» от норм. Императивны и фундаментальны ограничения. Цели могут меняться и даже не достигаться, в

реальности это случается, и достаточно часто. А вот ограничения при следовании (даже конъюнктурным) целям переступать нельзя (исчезает область целеполагания).

Итак, «необходимость отступления» от норм для предпринимателей следует отбрасывать как идеологическую оболочку (совсем игнорировать силу «экономической эффективности» нельзя, но в контексте СТУ и ОБ этот вопрос крайний, побочный, – для контраста можно рассматривать и учитывать эту силу как разрушающую или подтачивающую безопасность упорядоченности).

Необходимость обоснования компенсирующих отступление мер следует из понятия «компенсация», происходящего от лат. compensation – возмещение, уравновешивание – cum (варианты co-, com-, con-) «с, вместе» + pēnsāre «взвешивать, отвешивать; обдумывать, оценивать». Компенсирующие меры не могут не быть обоснованы «возмещением безопасности», иначе это просто какие-то «случайные» меры (например, дешевые), а вовсе не уравновешивающее опасность отступления (некомпенсирующие меры). Причем здесь неявно применено очень грубое допущение, что безопасность это упреждение от влияния суммы опасностей (сумма опасностей вовсе не равна сумме составляющих, и тем более безопасность – это не «антисумма антиопасностей», как она теперь трактуется в новациях реформы техрегулирования [230]). Меры являются компенсирующими, если упреждают возникающую опасность отступления от норм, а их достаточность определяется «равноценностью потерь и приобретений» в безопасности объекта, а не в экономической эффективности предпринимательской деятельности.

Кроме компенсации нужны еще и дополнительные меры: нужна гарантия, что будет не хуже по безопасности после компенсированных отступлений. Дополнительные меры – это запас на незнание (несовершенные методики оценки опасности, неопределенность исходных данных, сложность учета синергетических эффектов кумуляции опасностей и взаимовлиянии упреждающих мер, относительность уровня опасности объекта и т.д.).

Совсем не обязательно обосновывать необходимые компенсирующие меры и достаточность дополнительных мер исключительно анализом риска аварии (сокращение от «анализ опасностей и оценка риска аварии»). Анализ риска – это один из многих инструментов измерения опасностей. Важно не допустить снижения безопасности. А это вовсе не «отсутствие недопустимого риска», как редуцирует понятие безопасность реформа техрегулирования [230].

Проблема не в юридических трактовках: в любом случае необходимо обеспечить безопасность ОПО при контролируемом отступлении предпринимателем от действующих норм, – отступление не должно превратиться в преступление или в «бегство от норм» (в аномию [163]), которое всем обойдется тяжелее (и гораздо дороже) привычных административно-командных барьеров – рискующим, предпринимателям, госнадзорам, всей промышленной стране.

На основании современных данных изучения проблемы смены норм безопасности в индустриальном обществе (модернизация требований безопасности), а также с учетом анализа результатов реформы технического регулирования, типовых ошибок СТУ и сравнений расчетов пожарного риска, для новой процедуры обоснования безопасности опасного производственного объекта в рамках исследования были разработаны пп. 10, 11 разд. II Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (утв. пр. Ростехнадзора от 15.07.2013 № 306) и пп. 25, 26, 27 разд. IV, прил. 2 Методических рекомендаций по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса (РБ утв. приказом Ростехнадзора от 30.09.2015 № 387).

3.4 Установление допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности

Проблема допустимости предполагает первоначальное установление субъект-объектных отношений взаимодействия при реализации каких-либо решений, и

выбор показателей недопустимости возможных негативных воздействий. Иными словами, должны быть даны достаточно прозрачные ответы на вопросы: кто, чем, почему и на кого негативно может воздействовать и допустимо ли это с точки зрения относительно долгосрочного сохранения устойчивости системы «источник опасности – рискующие». В законодательной сфере обеспечения промышленной безопасности это подразумевает удержание системы функционирующих поднадзорных опасных объектов в состоянии, когда обеспечивается «защищенность личности и общества от аварий на ОПО» [76], в первую очередь вследствие возникновения опасностей и вызревания угроз КПА.

Категории «защищенность», «личность» и «общество» весьма многогранны, многослойны и многозначны. Необходимо эти понятия предварительно оговаривать в контексте практической проблемы. Так в сфере анализа опасностей и оценки риска аварий под «личностью» чаще понимают отдельных людей, как из числа персонала ОПО, так и иных физических лиц, которые могут попадать в зону действия поражающих факторов возможных аварий на ОПО. Категория «общество» разделяется обычно на бизнес-сообщество, эксплуатирующее источник опасности ОПО, и сообщество т.н. «потенциальных жертв» промышленных аварий (рискующие жизнью и здоровьем). Четко идентифицировать принадлежность человека к этим различным социальным группам не всегда удается, но их сформулированные интересы и неоформленные чаяния, обычно противоречивые и зачастую взаимоисключающие, умело взвешивает и во многом согласованно выражает действенная государственная власть в своих управленческих решениях. В противном случае легитимность власти падает, в т.ч. и из-за снижения «защищенности жизненно важных интересов личности и общества» от аварий на ОПО. Категория «защищенность» предполагает динамический характер парирования стохастических угроз аварий для потенциальных жертв, а также установление недопустимого уровня таких воздействий для рискующих – т.е. должны быть сохранены их долгосрочные «жизненно важные интересы» (как и указано в ФЗ-116[76]).

Хотя понятия «допустимый» и «приемлемый» синонимичны, но в сфере анализа риска аварий и обеспечения промышленной безопасности им следует придать вполне определенные смысловые оттенки. Так понятие «допустимости» предполагает активность в исполнении решения и принятии ответственности за последствия того или иного опасного воздействия. Напротив, понятие «приемлемость» акцентировано на защитном внутреннем согласии в принятии тех или иных внешних решений. Иными словами «допустимость» определяется в основном легальностью (т.е. законностью), а «приемлемость» легитимностью (т.е. деятельным согласием рискующих) проектных решений при обосновании «защищенности жизненно важных интересов личности и общества» от аварий.

В отечественной практике риск-менеджмента уже известны отдельные непродуктивные попытки установления «жестких» критериев допустимого техногенного риска (обычно в кратных микродолях частот гибели индивида за год). Продуктивность в данном случае определяется не столько законностью установления «допустимых рисков», сколько деятельным принятием объявленных значений допустимого риска в качестве приемлемых со стороны рискующих. Так, например, в РФ законодательно установлен допустимый уровень риска гибели в пожарах для населения за год в одну микродолю (10^{-6}), а фоновый риск гибели населения примерно на два десятичных порядка выше предписанного законом критерия допустимости. Такое резкое несоответствие допустимого и фонового пожарного риска в лучшем случае никак не влияет на обеспечение пожарной безопасности и на приемлемость гражданами России результатов формальных расчетов пожарного риска по «жестким» узаконенным методикам. Этот опыт обязательно требуется использовать в сфере промышленной безопасности и не повторять уже хорошо изученных методических ошибок [221-226].

Приемлемость опасности аварии – ценностно-окрашенное согласие на начало или продолжение функционирования опасного производственного объекта, т.е. – легитимность той или иной конкретной опасной производственной деятельности. Ее часто путают с легальностью (допустимостью) – внешней правовой

разрешительной оболочкой (лицензия, разрешение на применение, декларация безопасности и проч.). Разрешить (допустить) опасную производственную деятельность (легальность) можно лишь при условии, что имеющийся синтетический образ благ, опасностей и грядущих угроз не только воспринят, но и принят деятельной и влиятельной частью (условным большинством) индустриального общества (легитимность).

Приемлемость промышленных опасностей зависит как от источника и характеристик опасности («карта промышленных опасностей»), так и от их общественного восприятия («карта техностраховов»). В норме эти карты не должны сильно различаться. Иначе рано или поздно вдруг наступает прозрение или его специально организуют (обычно после «общественных травм» крупных промышленных аварий). В пределе неприемлемо опасная производственная деятельность даже пресекается, несмотря на вроде бы ее очевидные блага (здесь полезно вспомнить «ядерные страхи» в развитии атомной энергетики, сворачивание подземной угледобычи, замораживание строительства продуктопроводов сжиженных углеводородных газов и др.). С конца XX-го века для предотвращения подобных неожиданных неконтролируемых последствий в западных странах была разработана и стала широко применяться специальная социо-инженерная технология по формированию ожидаемой «карты техностраховов» в индустриальном обществе. В России она известна под неудачным переводным заимствованием «управление риском». Построение и обслуживание «карты техностраховов», несомненно, базируется на эмпирическом материале имеющейся «карты промышленных опасностей». Но основная цель «управления риском» вовсе не в декларативном приведении в соответствие этих карт. Сначала заказчику «управления риском» (как правило, бизнесу или «зеленым») предоставляется информация о реальном положении дел, т.е. о накале промышленных опасностей и их текущем восприятии. Затем, в зависимости от конъюнктуры, принимаются собственно конкретные технологические решения по разжиганию или умиротворению обнаруженных технофобий – меры по «управлению риском». Из большого арсенала этих спецсредств в России наиболее

популярно использование приемов расчета «приемлемого риска 10^{-6}». Распространено мнение, что «управление риском» – это управляющие воздействие только на источники опасности (предполагается, что техностраxи у людей сами собой исчезнут или притупятся, если на ОПО будет все в порядке с промышленной безопасностью). Отсюда и непонимание введения из «лучшей мировой практики» в широкий научно-технический оборот образов цифр из мира микродолей, вида «10^{-6}».

В «управлении риском» посредством величин в формате «10^{-x}» специалисты самоуспокаиваются в своих виртуальных «расчетах рисков» для обоснования безопасности, а уже их авторитетное спокойствие вторично «излучается» и на проектировщиков ОПО, и на рискующих простых граждан. Так на какое-то время через авторитет риск-менеджеров, владеющих «расчетом 10^{-6}», достигается согласие на принятие опасностей рискующими, которое обычно туманно называют – «приемлемый риск». Один из основоположников «Теории пожарных рисков» [242] А.С. Турков пишет в своих фундаментальных трудах: «Поскольку опасность объективна, чувство опасности у человека появилось эволюционно. Выработался инстинкт самосохранения. Интегральным критерием поведенческих реакций человека на опасность является чувство безопасности. При воздействии опасных факторов пожара на человека он чувствует себя в безопасности, когда физические и психологические опасные факторы не превышают предельно допустимых. Было установлено, что психологически человек чувствует себя в безопасности, когда вероятность опасного воздействия не превышает 10^{-6} в год на одного человека [243]. Взаимосвязь физических и психологических факторов при воздействии на человека опасности сложна и недостаточно изучена…»[244]. Лучше не скажешь – недостаточно изучено, но «теорией рисков» установлено, что человек чувствует себя в безопасности при «10^{-6}». При такой схеме легитимации в большинстве случаев вообще не важно состояние источника опасности. Важно успокоить «чувство безопасности» рискующего, получить расчетом нужное «10^{-6}» и легализовать его, посредством утверждения каким-либо авторитетом. Для России к таким авторитетам относятся:

– ссылки на обложечные переводы строчек из западных стандартов, свидетельствующие о повсеместности применения микродолей «10^{-6}» в качестве критериев безопасности в прогрессивных странах;
– влиятельные фигуры крупных риск-менеджеров;
– государственные надзорные службы и отечественные законы и нормативы.

Официально утверждающая инстанция редко представляет, откуда взялся в России приемлемый для россиян риск «10^{-6}». Открытой и четкой концепции обоснований его определения не опубликовано. Для наиболее известного и законодательно установленного пожарного риска отрывочные сведения об источниках его приемлемости отсылают чаще всего к «рекомендациям в публикациях ВОЗ 1996-2000 гг.» о пороговой концепции дополнительных пожизненных канцерогенных эффектов [244,245] или «точке зрения Управления здравоохранения и безопасности Великобритании» [246,247,248].

В самой Великобритании – более прагматичный подход. В развитие Закона «Health and Safety at Work etc. Act 1974» (Закон HSW) Управлением по охране труда в Великобритании (HSE) в дискуссионном документе «Снижение рисков, защита людей» [249] в 1999 г. описываются исходные представления HSE о риск-менеджменте. В частности там указано: «HSE делает концептуальное различие между «опасностью» и «риском» путем описания опасности как потенциальной возможности вреда, возникающего из естественного свойства или предрасположенности чего-либо причинять вред, а риска — как вероятности того, что на кого-то или что-то будет оказываться неблагоприятное воздействие предусмотренным способом посредством опасности. Известно, что риск является вероятностной величиной, и при проведении оценки риска делается ряд допущений и предположений. Методология оценки риска пока находится на ранней стадии развития. Это привело к разногласиям относительно роли, которую оценка риска должна играть в управлении безопасностью: некоторые специалисты считают, что оценка риска не должна играть существенной роли при принятии решений, однако HSE придерживается противоположной точки зрения, поскольку при правильном использовании результатов оценки риска они помогают принять правильное решение по упреждению опасностей. В

зависимости от проблемы, результаты оценки риска могут быть выражены в качественных или количественных показателях или тем и другим способом.

В своих руководящих указаниях HSE требует, чтобы опасности были идентифицированы, оценены риском и были введены соответствующие меры контроля опасностей. Некоторые сектора промышленности используют инструмент количественной оценки риска (QRA) как часть своего отчета о безопасности. При проведении количественной оценки риска следует избегать следующих факторов:

слишком малая выборка аварий и инцидентов, рассматривание несчастных случаев/инцидентов, которые развивались отлично от рассматриваемого события;

слишком короткий временной интервал, который может вести к упущению репрезентативных несчастных случаев/инцидентов.

Самостоятельное использование числовых оценок риска может по нескольким причинам, включая указанные выше, вводить в заблуждение и вести к решениям, которые не удовлетворяют требуемым уровням безопасности. В целом качественное изучение и числовые оценки риска по QRA должны объединяться с другой имеющейся информацией. Все сказанное выше показывает, что оценка рисков является далеко не простым упражнением. Иногда оценка риска будет простым процессом, основанным на наблюдении и суждении, в то время как в другой раз сложность ситуации может потребовать использования сложных методов, таких как количественная оценка рисков».

Хорошо видно, что британские ученые хорошо понимают ограничения количественной оценки риска, что сама величина риска (число) не имеет основополагающего значения, главное – способность выявлять тенденции, ранжировать опасности и соизмерять меры безопасности. Следует отметить, что с развитием методов количественной оценки риска в радикальных подходах требовалось, чтобы при использовании слова «риск» обязательно понималось только его количественное значение. В законодательной плоскости конец спорам положил апелляционный суд Великобритании, который в отношении использования понятия «риски» в Законе HSW принял следующее решение:

понятие «риски» должно интерпретироваться как передача «идеи возможности опасности».

Характерным и актуальным отечественным стандартом законодательного нормирования техногенного риска служит ГОСТ Р 55846-2013 [250]. Предлагаемые в нем критерии допустимого риска устанавливаются в основном предпринимателями и для предпринимателей. Более того, дается прямое указание, что в некоторых случаях от предпринимателя «никаких дальнейших действий по управлению состоянием системы не требуется». Легализация в какой бы то ни было форме бездеятельности лица эксплуатирующего источник опасности – это прямой путь в тупик катастроф, и об этом свидетельствует обширный трагический опыт (см. обзор в главе 1).

Другим ярким примером имитационной гармонизации отечественных норм о «допустимости рисков» у нас и за рубежом, служит ГОСТ Р 51901.10-2009 [251] – обложечный перевод ISO/TS 16732:2005 [252]. Этот российский стандарт – типичный пример контрпродуктивного имитационного переложения методов анализа опасностей и оценки риска из финансовой в техническую сферу. Плачевные результаты управления финансовыми рисками в череде недавних мировых экономических кризисов хорошо известны. В том числе и поэтому эти методы впрямую не подходят для обеспечения безопасности в техносфере, и тем более в промышленной безопасности, где в последние десятилетия серьезно нарастают опасности крупных промышленных аварий (см. подробнее в главе 2).

Вопросы установления критериев допустимого и оценки приемлемого риска аварий в сфере промышленной безопасности активно и публично обсуждаются в российском экспертном сообществе со времен принятия первого в России нормативного методического документа по анализу опасностей и оценке риска РД 08-120-96 «Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов» [232]. Значительный отечественный научно-практический опыт и знания в постановке и вариантах решения проблемы измерения допустимости опасности промышленных аварий были накоплены при реализации с 1997 г. российской процедуры декларирования опасных

производственных объектов [253, 254, 255, 256 и др.], научно-методической основой которой стал РД 03-418-01 [233] (был введен взамен РД 08-120-96). Опыт нормативного регулирования анализа риска в атомной энергетике [257] и отношение к применению вероятностных оценок безопасности (ВАБ) отражен в документах Ростехнадзора [258, 259]. Условно следующий этап в развитии представлений о допустимом (и приемлемом) риске аварий наступил с принятием в 2008 г. и началом реализации Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [206]. Уже тогда хорошо было известно, что абсолютного и общепризнанного критерия приемлемости риска гибели человека не существует: оценки для т.н. индивидуального риска лежат в довольно широком диапазоне – 10^{-4} -10^{-8} год$^{-1}$ (от 0,01 до 100 микродолей). Британский HSE констатирует в [249], что «в целом, риск смерти 1 в 1000 (1×10^{-3}) в год - это почти то, что обычно принято в современных условиях для рабочих в Великобритании и, по-видимому, является разделительной линией между допустимым и чем-то невыносимым».

Ниже (Рис. 56) в качестве примера приведены критерии приемлемости индивидуального риска гибели человека (из числа населения) от промышленных аварий в некоторых странах мира [260].

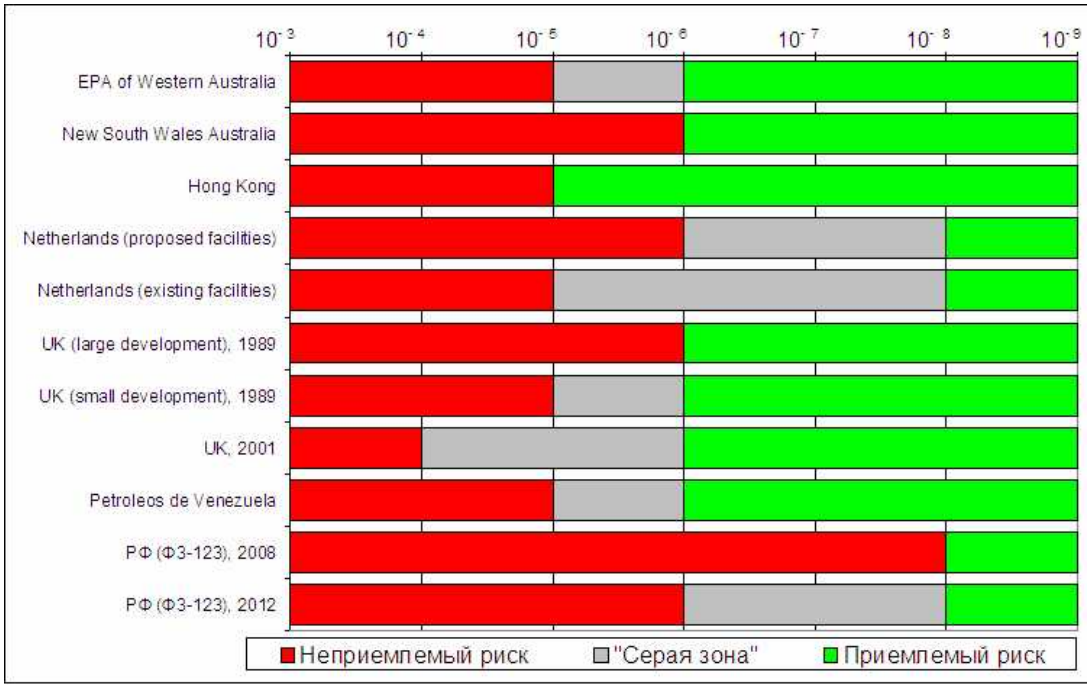


Рис. 56. Критерии приемлемости индивидуального риска для населения, установленные в некоторых странах

Западный опыт вкратце таков: конкретные численные значения приемлемого риска гибели индивида (индивид – это антропологическая модель человека в протестантских культурах) рекомендательно устанавливаются для конкретных промотраслей в стандартах признанных профессиональных сообществ (стандартах ассоциаций нефтепереработчиков, например) или оттуда переписываются даже в законодательные нормы периферийных стран (где не сложились дееспособные профсообщества, а функции установления и проверки соблюдения требований выполняют органы транснациональных корпораций). Важно подчеркнуть, что это вовсе не отменяет процедуру соблюдения установленных и действующих норм безопасности. Расчет риска и сравнение с приемлемым значением стало лишь дополнительной подтверждающей процедурой проверки «на безопасность», и не является базовой при принятии практических решений. С помощью демонстрации оценок риска, полученных исключительно «британскими учеными», в зависимости от конъюнктуры можно как успокоить обывателей, так и разжечь в них неадекватные техногенные страхи (как, например, перед нефтяными разливами).

В России традиционно нормированием в вопросах безопасности занимается государство (ранее это была система госстандартизации: невыполнение гостов каралось законом, ведомственных норм – подведомственными сообществами профессионалов; после реформы техрегулирования жизненно важные нормы переместились в законы, ФНП, РБ и т.п.). Научное сообщество только сопровождает эту деятельность – главная его обязанность говорить о запретах, «что нельзя делать», избегать идеологического крена в «эффективность».

Стохастический характер возникновения техногенных происшествий накладывает вполне определенные ограничения и на саму процедуру установления допустимости (и оценки приемлемости) техногенного риска. Мнение о возможности формального сравнения оцененных значений техногенного риска с точечно установленным допустимым – слишком упрощенное и необоснованное, вследствие достаточно большой дисперсии прогнозных значений риск-показателей летальной опасности аварий, измеряемых

в настоящее время несколькими арифметическими порядками [261, 262]. Поэтому при оценке техногенного риска необходим однозначный набор методик с четким алгоритмом их применения (подобное уже было реализовано, например, в [263, 264], и в общем виде в [228, 229]). Оценку техногенного риска целесообразно проводить с соблюдением принципа «трех единств», т.е. по одной методике, одной и той же рабочей группой (или специалистами сходной квалификации) и при одном и том же источнике постулируемых исходных данных.

Накопленный к середине 2000-х гг. опыт, теория и практика анализа опасностей и количественной оценки риска промышленных аварий позволили сформулировать и обосновать следующие основные принципы для оценивания и нормирования техногенного риска (аварий, пожаров, несчастных случаев, ЧС [265, 266] и т.п.):

— Приоритетность нормирования удельных показателей техногенного риска (риск гибели работника и третьего лица, ожидаемый ущерб на единицу произведенной продукции, масштаб производства и др.) над интегральными (среднеожидаемое число погибшего персонала, общий ожидаемый ущерб, вероятность «средней» аварии или несчастного случая на ОПО и др.);
— Целесообразность нормирования вероятностей 1) появления наиболее крупных/типичных техногенных происшествий или 2) причинения прямого ущерба конкретной тяжести (гибель человека при аварии, аварийный разлив нефти от 500 до 1000 т и др.). При принятии решений о допустимости техногенного риска следует оперировать не точечными оценками среднеожидаемых потерь, а доверительными интервалами вероятностей появления наиболее крупных и/или типичных техногенных происшествий или возникновения определенного прямого ущерба;
— Целесообразность внедрения критериев допустимого риска в документы рекомендательного характера (стандарты, методические документы), т.е. принятие разработчиками соответствующей ответственности за предлагаемые критерии допустимости техногенного риска;
— Требование об учете приемлемых и фоновых уровней техногенного риска аварий при установлении критериев допустимого риска аварий.

Отечественный опыт нормирования техногенного риска стал широко востребован при внедрении риск-ориентированного подхода и обоснования промышленной безопасности в 2010-х гг.

К наиболее общим условиям безопасной эксплуатации ОПО относятся: (1) выполнение действующих требований промышленной безопасности (в т.ч.

ФНП); (2) соответствие значений показателей безопасной эксплуатации опасного производственного объекта критериям обеспечения безопасной эксплуатации.

Для случая (2), при отступлении от требований ФНП, для надлежащего обоснования безопасности ОПО необходимы критерии обеспечения безопасной эксплуатации, в качестве которых могут быть приняты с определенными допущениями и критерии допустимого риска аварии на ОПО.

Понятие «риск» - очень широкое и по-разному трактуется в различных сферах деятельности. Чаще под «риском» понимают саму «опасность», но в ее крайней, угрожающей форме, иногда акцентируют на неопределенности наступления непонятных событий в будущем – основных угроз уже сложившейся деятельности, т.е. риском обозначают неопределенность в негативной коннотации. В обыденности «риск» – это противоположность «счастливой случайности».

В сфере промышленной безопасности риск-ориентированное терминологическое поле достаточно хорошо разработано. Впервые в российском законодательстве определения терминов «риск» и «опасность» были даны в руководящем документе Госгортехнадзора России еще в 1996 г. (РД 08-120–96) Сегодня действует уже третья редакция этого норматива - Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утв. приказом Ростехнадзора от 13.05.2015 № 188 (второй редакцией был РД 03-418–01 [233]).

Для обеспечения терминологической упорядоченности обозначим актуальные ключевые понятия усовершенствованной российской риск-ориентированной терминологии в сфере промышленной безопасности.

Риск аварии – это мера *опасности*, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий. В свою очередь, *опасность* аварии – возможность причинения *ущерба* человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрыва и (или) выброса опасных веществ на ОПО. Аварийная опасность обусловлена наличием на ОПО опасных веществ, энерго-

массообменными свойствами технологических процессов, ошибками проектирования, строительства и эксплуатации, отказами технических устройств и их систем, а также нерасчетными (запроектными) внешними природными, техногенными и антропогенными воздействиями на ОПО.

Важнейшей «стороной» *опасности* аварии является *угроза* ее приближения к порогу реального причинения ущерба. Так инспектор призван приостанавливать эксплуатацию не любого опасного объекта, а именно того, где возникает угроза аварии (для сравнения: опасность аварии как потенциал есть всегда на ОПО, а угроза «реализации аварии» возникает только в предаварийных состояниях ОПО).

Иными словами, под угрозой аварии понимают актуализированную опасность аварии, т.е. состояние, когда более определенно, «здесь и сейчас», проявляется источник опасности и конкретизируется жертва аварии (не просто абстрактный «рискующий индивид», а вполне конкретный работник или местный житель). Угроза характеризует непосредственно предаварийное состояние ОПО. Изменение соотношения числа аварий и инцидентов – один из косвенных признаков вызревания угрозы приближения аварии. В законодательном смысле угроза аварии надвигается при *необоснованных* отступлениях от требований промышленной безопасности, а также в случаях приближения внешних и внутренних нагрузок на ОПО (техногенных, антропогенных, природных) к предельным проектным уровням. Только если отступления от ФНП обоснованы (т.е. компенсированы дополнительными мероприятиями обеспечения безопасности), то опасность не сможет перерастать в угрозу.

Для различения перехода «опасность-угроза» необходима специальная критериальная мера - допустимый риск. Его достоверное установление – предельно ответственная, трудоемкая и конфликтогенная задача риск-ориентировонного подхода.

Допустимый риск аварии – установленные либо полученные по установленной процедуре значения риска аварии, превышение которых создает угрозу возникновения аварии на ОПО. Допустимый риск характеризует общественно-допустимый уровень опасности аварий для сложившихся (или

будущих) социально-экономических условий и технико-технологического состояния какой-либо отрасли опасного производства. Установленный допустимый риск – результат многостороннего согласования коммерческих интересов бизнеса, жизненно важных потребностей и интересов государства и общества, необходимости рискующих в защищенности от аварийных угроз, бизнес-интересов инвесторов, проектировщиков и «расчетчиков рисков», производственных нужд эксплуатирующих организаций, исследовательских запросов науки и т.д. В этом дискуссионном процессе наиболее уязвимая, молчаливая и всегда реально страдающая сторона – собственно рискующие люди, для которых при вынужденных отступлениях от требований безопасности и допускается устанавливание «среднего порога гибели». Вынужденность отступления от требований безопасности и необходимость защищенности рискующих – крайне несоизмеримые ценности. «Первые» и «вторые» стороны, допускающие отступления от норм, берутся директивно устанавливать допустимый риск аварии для «третьей» стороны – рискующих, однако сами практически не рискуют погибнуть в аварии. Поэтому все обнаруженные неопределенности и скрытые незнания в методике установления допустимого риска аварии должны идти в запас увеличения защищенности людей от реализации опасностей промышленных аварий.

Допустимый уровень риска аварии должен определяться только с учетом значений *приемлемого* и *фонового* риска. Приемлемый риск аварии (приемлемая опасность аварии) – совокупность значений показателей и признаков опасности аварии, воспринимаемых рискующими в качестве их допустимой нормы по защищенности от аварий.

При решении проблемы установления допустимого риска аварии на ОПО целесообразно ориентироваться не на субъективное восприятие опасностей рискующими людьми (подвержено влиянию посредством технологий «управления риском»), а опираться на более объективные уровни фоновых опасностей (в порядке приоритета) – на самом ОПО, в отрасли (см., например, ниже Табл. 17), в техносфере (см. например, ниже Табл. 18).

Существенное ограничение применимости методов количественной оценки риска – достаточно высокая неопределенность получаемых результатов. Для одного и того же ОПО результаты расчетов риска гибели людей при аварии, выполненные различными группами исследователей, могут различаться до 3-х десятичных порядков [261,262]. Поэтому в разработанном подходе при установлении допустимого риска гибели человека через сопоставление с уровнями фоновых опасностей выбран соответствующий диапазон для коэффициентов запаса.

Приемлемым считается то, с чем люди живут и сталкиваются достаточно часто, к чему привыкли, что узнаваемо. В бытовой сфере техногенных смертельных угроз – это пожары и дорожно-транспортные происшествия, уровень гибели в которых может быть принят за отправную точку для сравнения с другими видами техногенных опасностей.

Для целей максимально широкого информирования всех сторон согласования отступления от требований, а также доступного ознакомления непосредственно рискующих с возлагаемыми на них опасностями, разработано и введено понятие *уровень риска* (R_{dB}), под которым понимается величина, используемая для сравнения значений показателей риска аварий на ОПО (R) с фоновым риском ($R_{ГЛ}$) гибели людей в техногенных происшествиях:

$$R_{dB} = 10 \lg \frac{R}{R_{ГЛ}} \qquad (5)$$

Уровень риска R_{dB} измеряется в децибелах риска гибели человека (дБR) и на практике может принимать значения от -50 до +20 дБR: положительные значения уровня риска характерны для случаев, когда риск аварии превышает риск гибели людей в «бытовых» техногенных происшествиях. Опорное фоновое значение ($R_{ГЛ}$) оценивается по официальным данным, обобщенным в [139] (за 2012-2016 гг. $R_{ГЛ}$ =241 ppm).

Децибелы широко применяются в различных областях техники, где требуется измерение величин, меняющихся в широком диапазоне (на несколько порядков). Для применения децибелов и оперирования логарифмами вместо процентов или миллионных долей есть ряд причин: характер отображения в органах чувств человека и животных изменений течения многих физических и биологических процессов пропорционален не амплитуде входного воздействия, а логарифму входного воздействия (закон Вебера-Фехнера); удобство логарифмической шкалы в тех случаях, когда в одной задаче приходится оперировать одновременно величинами, различающимися на много порядков; удобство отображения и анализа величины, изменяющейся в очень широких пределах.

Для сопоставительных сравнений целесообразно использовать среднегодовые уровни известных смертельных опасностей на ОПО НГК и в техносфере по риск-шкале техногенных опасностей в дБR (см. Табл. 17 и Табл. 18, в которых за нулевой/опорный уровень в 0 дБR принята мера опасности гибели россиянина в ДТП или пожаре за 2012-2016 гг.: $R_{ГЛ}$ =241 ppm).

Табл. 17

Уровни риска гибели человека для разных видов смертельных опасностей в России (2012-2016 гг.)

Вид смертельной опасности	Уровень риска, дБR
Риск смерти от всех причин	+ 17,3
Риск смерти для мужчин трудоспособного возраста	+ 15,5*
Риск младенческой смертности	+ 14,8
Риск гибели от болезней кровообращения	+ 14,4
Риск смерти для женщин трудоспособного возраста	+ 9,9*
Риск смерти от внешних причин (убийств и самоубийств, отравлений, травм и др.)	+ 7,2
Риск гибели при ДТП и пожарах	± 0
Риск гибели от самоубийства	– 1,1
Риск гибели в транспортном происшествии	– 1,1
Риск гибели при ДТП	– 1,4
Риск материнской смертности	– 3*
Риск смерти от туберкулеза	– 3,7
Риск случайного смертельного отравления алкоголем	– 3,7
Риск гибели от убийства	– 4,3
Риск гибели при пожаре	– 5,5
…	…
(справочно) Допустимый нормативными документами РФ риск гибели в пожаре	– 23,8

* – за период 2011-2015 гг.

Шкала техногенных опасностей в децибелах более приемлема для рискующих, т.к. она интуитивно понятна, по ней проще ориентироваться в уровне техногенных опасностей (использованы целые числа, и знак минус указывает на меньшую опасность).

Табл. 18

Фоновый риск гибели людей в различных отраслях нефтегазового комплекса (оценка на основе официальных данных Ростехнадзора)

Отрасль промышленности	Величина фонового риска за период 2012-2016 гг.	
	Уровень риска (***R_{dB}***), дБR	среднегодовое число погибших от аварий на миллион рискующих, (***$R_{НГ}$***), ppm
Нефтедобывающая промышленность	– 2,7	130
Нефтеперерабатывающая промышленность	– 5,1	75
Нефтехимическая промышленность	– 1,2	180
Газодобывающая промышленность	– 11,6*	17*

* – за период 2011-2015 гг.

Российские специалисты по риск-анализу уже привыкли к цифрам вида «10^{-6}» и им сложно ломать привычки. Но более важно ознакомить с уровнем промышленных опасностей обычных людей, чем они рискуют и как. Риск-образы «10^{-6}» здесь хороши для внушения, а не для объяснения.

В вопросах установления и принятия критериев приемлемой опасности специалистам надо объясниться не только с рискующими гражданами, но и с ответственным за их жизнь государством – не на специфическом жаргоне «10^{-x}», а на доступном языке. Это вовсе не означает, что специалисты должны перестать пользоваться привычной им шкалой микродолей риска «10^{-6}». Но если требуется согласие на принятие рискующими каких-то опасностей (установить допустимый риск, обосновать безопасность), то нужно как можно понятнее донести свои специальные знания в более привычных и легко сравнимых величинах.

Если действительно требуется оценить приемлемый уровень опасности, а затем договариваться и устанавливать допустимый риск аварии, то необходимо в доступной форме знакомить рискующих с реальной «картой опасностей» производственной деятельности, и в этом случае необходима приемлемая риск-

шкала в децибелах (дБR), более адекватно отражающая субъективные ощущения объективных воздействий (закон Вебера-Фехнера). Если же исполняется задача «управления риском» по формированию и контролю «карты страхов» рискующих, то целесообразно пользоваться риск-шкалой в микродолях (10^{-6}). В первом случае (когда риск-шкала в дБR) речь идет о рациональном объяснении, поиске приемлемого для большинства решения, а во втором (когда риск-шкала в микродолях) – о манипулятивном внушении принять «тайну допустимости». И та, и другая задача крайне важны для обоснования и обеспечения безопасности. Но их нельзя смешивать и путать, особенно специалистам. В противном случае даже самый опытный профессионал быстро теряет силу своих знаний и опыта, и фактически превращается в орудие труда высококвалифицированных манипуляторов «управлением риском». В этом случае вопрос о допустимом риске выпадает из рационального обсуждения (его даже невозможно поставить, исчезает вопрошаемый), а технические специалисты поневоле или по неведению превращаются в наивных (и даже искренних) вторичных торговцев «картой страхов» рискующих россиян. Это вредит и заказчикам «расчетов риска», т.к. они получают не достоверные оценки реальных опасностей аварий, а приятные и успокаивающие отчеты о следовании прогрессивному «10^{-6}».

В последнее время наметилась и уже институционально оформилась опасная тенденция внедрения «абсолютно равных для всех» критериев безопасной эксплуатации – «допустимого риска гибели индивида». Фактически вместо риск-ориентированного подхода предлагается внедрять «риск-предприсывающий», в крайних случаях даже отрицается ценность накопленных знаний в действующей системе обеспечения промышленной безопасности (исторически сложившиеся требования промышленной безопасности пытались маркировать как незнание или ложное знание). Абстрактным и туманным термином здесь стал «приемлемый риск 10^{-6}». Предлагалось поступать так: признать действующие нормы безопасности в целом устаревшими и «отсталыми», но так как других нет, то дать возможность применять их избирательно - т.е. отбирать для исполнения из целостных действующих правил только приятные для инвестора (например,

дешевые) требования, а в обоснование выбора рассчитывать риск аварии и всегда успешно сравнивать его с «10^{-6}». При этом ответственность за обоснование и установление постмодернистского критерия новой безопасности «10^{-6}» должен взять на себя Ростехнадзор (ставят в пример Англию и Голландию, умалчивая о США, Германии, Японии, Италии, Франции, Китае и др.). Такое отступление от требований безопасности не только безответственное, но в отдельных случаях и чрезвычайно опасное.

Для популярного объяснения источников таких опасностей и угроз в исследовании был предложен наглядный поясняющий пример из сферы предупреждения более распространенных опасностей дорожного движения: "*Автовладельцам периодически приходят штрафы о нарушении ПДД - за превышение скорости на 20, 40, 60 км/ч. Штрафы выписываются, а тяжесть нарушения оценивается в них не по абсолютной скорости, с которой водитель двигался, а по относительному значению (по «дельте») от установленной безопасной скорости в конкретном месте дороги (по уровню допустимой именно там опасности), а вовсе не по средней скорости движения автомобилей по всем дорогам (довод: «возьмем, как в Голландии»). А большинство современных автомобилей вообще конструктивно надежны на скоростях свыше 150 км/ч (довод: «и вообще ОПО рассчитан по проекту на большее»). Инспектор останавливает автолюбителя на пешеходном переходе у детского учреждения, зафиксировав скорость 83 км/ч, высчитывает превышение на 83-20=63 км/ч, и по ПДД требует лишения прав. Водитель обосновывает отступление от ПДД так: (i) ехал, когда дети спят, (ii) а в Голландии средняя скорость безопасных автомобилей 84,3840012 км/ч, (iii) и вообще мой автомобиль надежен и безопасен, в нем есть сверх требований ПДД дополнительные боковые подушки безопасности, (iv) а на спидометре в машине запретная «красная зона» изображена изготовителем только после 180 км/ч. Вряд ли инспектор примет всерьез подобное обоснование безопасности*". Опасности КПА куда более масштабны по угрозам, чем опасности дорожного движения.

Приравнять «уровень правил» раз и навсегда к абсолюту «10^{-6}» – грубая методическая ошибка – этот вопрос уже подробно разбирался выше на примере СТУ в подразделе 3.3. Ответственным российским предпринимателям, надзорным органам и защищаемым рискующим нужны объективные данные о реальных аварийных опасностях, а не соответствие абстракции «10^{-6}».

Вопрос о допустимом и приемлемом риске вовсе не технократический, а ценностный. Его не решить «самым лучшим» постановлением, приказом или «точным» расчетом риска. Это отблеск более общей проблемы «смены норм», в том числе и в «технике безопасности». Погнаться за универсализмом «риска 10^{-6}» в вопросе установления требований безопасности – крайне опасно и опрометчиво для всей технической культуры России, и не только в сфере промышленной безопасности. Поэтому требуется существенно ограничивать конъюнктурные манипуляции «расчетчиков рисков» по самоуспокоению и введению в заблуждение в первую очередь прагматичных заказчиков промышленных инноваций в России. Необходимо выводить из тени рост реальных опасностей и угроз промышленному будущему России от сиюминутных безответственных отступлений от требований промышленной безопасности.

Рассмотрим ключевые научно-методические положения разработанной в рамках настоящего исследования Методики установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности ОПО НГК (далее - установление допустимого риска аварии). Методика содержит основные рекомендации, порядок и типовые примеры установления допустимого риска аварии.

3.4.1 Основные рекомендации по установлению допустимого риска аварии

Установление допустимого риска аварии необходимо для определения условий безопасной эксплуатации ОПО в обосновании безопасности, если при отступлении от требований промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, их недостаточности и отсутствия (далее – отступлении от требований ФНП), риск

аварии обоснованно выбран в качестве одного из показателей безопасной эксплуатации ОПО. В этом случае в качестве критерия обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований ФНП целесообразно рассматривать допустимый риск аварии и условия обеспечения его непревышения, которые обоснованно устанавливаются для каждого отступления от конкретных требований промышленной безопасности или при отсутствующих, или недостающих требованиях промышленной безопасности.

Процедуру установления допустимого риска аварии проводят для обоснования достаточности принятых мер, компенсирующих отступления или недостающие требования промышленной безопасности.

Разработанный в настоящем исследовании алгоритм установления допустимого риска аварии включает следующие основные Стадии (Рис. 57):

(1) предварительная идентификация опасности отступления от требований ФНП;

(2) выбор риск-ориентированных показателей опасности аварии;

(3) установление степени опасности аварии на ОПО;

(4) определение фонового риска аварии;

(5) выбор коэффициента запаса;

(6) оценка значений выбранных показателей риска после реализации отступлений и компенсирующих мер;

(7) установление значения допустимого риска аварии;

(8) оценка и обоснование достаточности компенсирующих мер.

Нумерация стадий и подстадий, указанная в скобках «(N)» здесь и далее соответствует нумерации схемы установления допустимого риска аварии, представленной на Рис. 57.

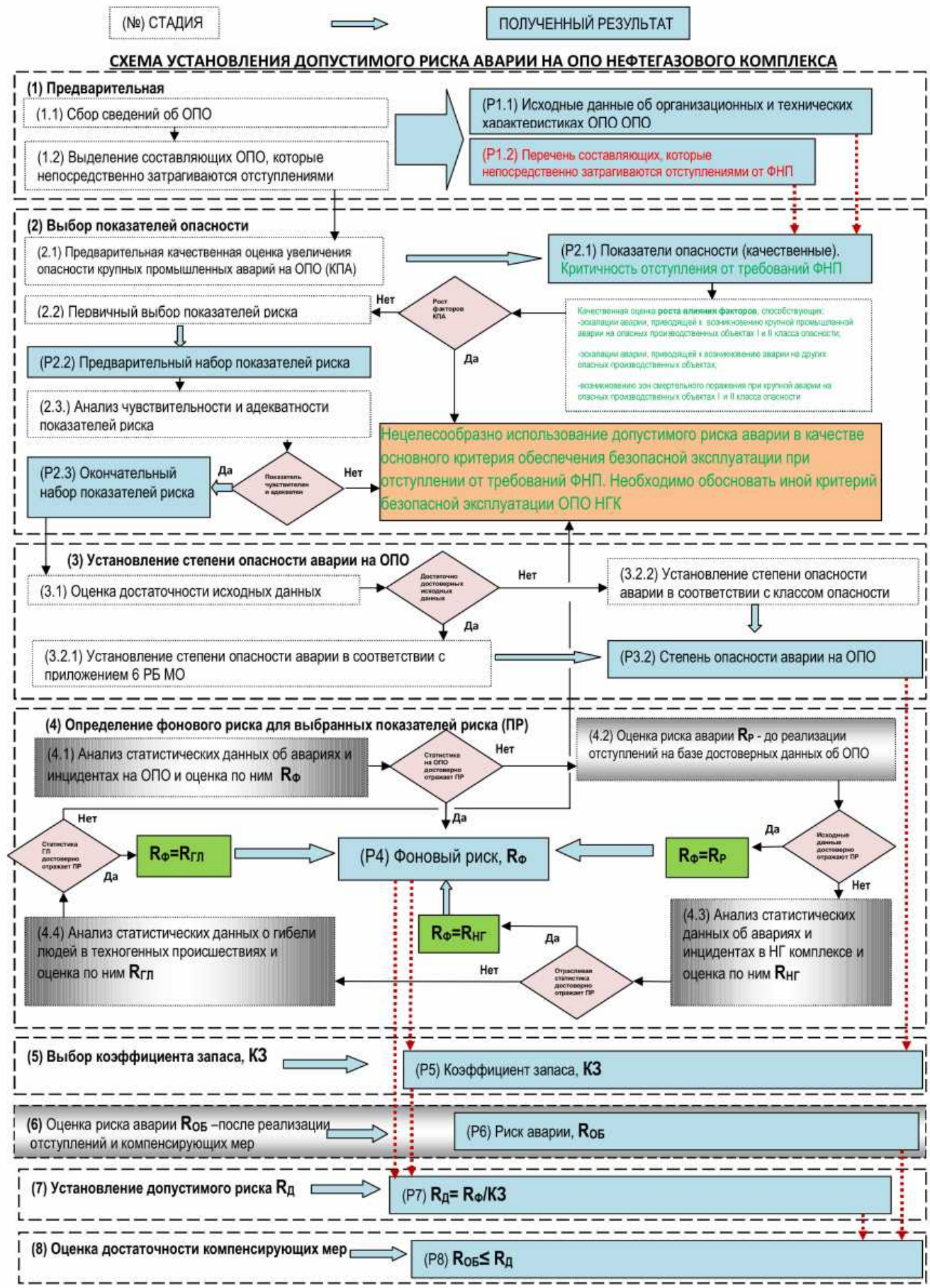


Рис. 57. Схема алгоритма установления допустимого риска аварии для обоснования безопасности

3.4.2 Рекомендуемый порядок установления допустимого риска аварии

Стадия (1). На предварительной стадии идентификации опасности отступления от требований ФНП проводят:

(1.1) Сбор исходных данных об организационных и технических характеристиках опасного производственного объекта и его составляющих.

(1.2) Выделение составляющих опасного производственного объекта, которые непосредственно затрагиваются отступлениями от требований ФНП.

Стадия (2). При выборе риск-ориентированных показателей опасности аварии (показателей риска аварии) осуществляют:

(2.1) Предварительная качественная оценка возможности увеличения опасности КПА на ОПО при отступлении от требований ФНП. Для этого используют качественные оценки критичности отступления от требований ФНП по степени влияния на опасность аварии факторов способствующих:

-эскалации аварии, приводящей к возникновению крупной промышленной аварии на опасных производственных объектах I и II класса опасности;

-эскалации аварии, приводящей к возникновению аварии на других опасных производственных объектах;

-возникновению зон смертельного поражения при крупной аварии на опасных производственных объектах I и II класса опасности.

При выявлении возможности роста вышеприведенных факторов крупной промышленной аварии использование допустимого риска аварии в качестве основного критерия обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований ФНП не целесообразно. Требуется обосновать иные критерии безопасной эксплуатации опасного производственного объекта.

(2.2) Первичный выбор риск-ориентированных показателей аварийной опасности, с помощью которых оценивается возможность реализации отступлений от требований ФНП, в условиях принятия компенсирующих мер. К рекомендуемым риск-ориентированным показателям для опасных производственных объектов нефтегазового комплекса относятся основные и дополнительные показатели опасности аварии, указанные: в п. 116 ФНП [267], в

разделе V, приложениях № 6 и 7 руководства по безопасности [234], в разделе II руководства по безопасности [268], в разделах III и IV руководства по безопасности [269], в других руководствах по безопасности в области анализа опасности и оценки риска аварий на ОПО НГК.

Необходимые условия выбора показателей риска аварии:

а) выбранный показатель должен наиболее адекватно характеризовать аварийные опасности отступлений от требований, установленных в ФНП;

б) выбранный показатель должен быть чувствителен (т.е. принимать соответствующие значения) к изменениям организационных и технических характеристик ОПО, связанных с отступлениями от требований, установленных в ФНП, а также внедрением компенсирующих мер безопасности;

в) для выбранного показателя должны иметься или определяться достоверные оценки значений риска аварий и (или) инцидентов на рассматриваемом ОПО без отступлений от требований ФНП или оценки любых из следующих значений фоновых опасностей (фонового риска):

- аварий и (или) инцидентов на опасном производственном объекте, для которого разрабатывают обоснование безопасности;

- аварий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса;

- гибели людей в техногенных происшествиях.

В качестве фонового риска аварии на ОПО НГК целесообразно использовать данные Ростехнадзора об аварийности и травматизме, выраженные в относительных значениях уровня риска гибели людей на ОПО (Табл. 18), а также в оценках среднеожидаемого материального ущерба и числа случаев возникновения аварии в различных отраслях НГК (Табл. 19).

Для оценки фонового риска гибели людей в техногенных происшествиях необходимо использовать данные Росстата о гибели в дорожно-транспортных происшествиях и пожарах. Среднегодовое число погибших от ДТП и пожаров на миллион рискующих составляло 241 ppm (0,241 промилле) в 2012-2016 гг.

(2.3) Анализ чувствительности и адекватности показателей риска. Для этого проводят тестовые оценочные расчеты значений показателя риска до (см. ниже

подстадия (4.2)) и после реализации (см. ниже стадия (6)) отступлений и компенсирующих мер. При этом если значения показателя риска не изменяются в пределах доверительного интервала его определения, требуется выбирать другой показатель риска. Если доступные показатели риска не удовлетворяет условиям чувствительности и адекватности, то использование допустимого риска аварии в качестве основного критерия обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований ФНП нецелесообразно.

Табл. 19

Фоновый риск материального ущерба и числа случаев возникновения аварии в различных отраслях нефтегазового комплекса (на основе данных подраздела 2.5)

Отрасль нефтегазового комплекса	Величина фонового значения риска за период 2012-2016 гг.:		
	Возникновения аварии на ОПО, ав./год		Материального ущерба от аварии на ОПО, млн руб./ав.
	на ед. ОПО	[на масштаб производства отрасли ОПО]	
Нефтедобывающая промышленность	$2{,}2 \times 10^{-3}$	4 [на 100 млн т добытой нефти]	68
Нефтехимическая промышленность	$3{,}5 \times 10^{-3}$	6 [на 10 млн т производства пластмасс и каучука*]	190
Нефтеперерабатывающая промышленность и нефтепродуктообеспечение (за период 2011-2015 гг.)	$3{,}4 \times 10^{-3}$	4 [на 100 млн т первичной переработки нефти]	51
Газораспределение и газопотребление	$0{,}5 \times 10^{-3}$	9 [на 100 млрд куб. м потребляемого газа]	5
Магистральный трубопроводный транспорт	$3{,}0 \times 10^{-3}$ (0,07 на 1 тыс. км)	7 [на трлн т-км грузооборота]	33

* – пластмасс в первичных формах и синтетического каучука

Стадия (3). При установлении степени опасности аварии всего ОПО или его составных частей (составляющих) осуществляют:

(3.1) Оценку достаточности исходных данных (см. подробнее подраздел 3.5 ниже) для определения степени опасности аварии.

(3.2) Установление степени опасности аварии:

(3.2.1) в соответствии с приложением 6 руководства по безопасности [234] (подробнее см. подраздел 4.5 ниже), в случае полноты и достаточности исходных данных;

(3.2.2) соответственно классу опасности ОПО в случае недостаточности или недостоверности исходных данных;

(3.2.3) при невозможности определения класса опасности, выбирается «чрезвычайно опасная» степень.

(4.1) Анализ статистических данных об авариях и инцидентах на ОПО, для которого разрабатывают обоснование безопасности, и оценку по ним фонового риска аварии ($\boldsymbol{R_Ф}$). В случае отсутствия сведений по авариям и инцидентам на данном ОПО или, если статистические данные не позволяют достоверно оценить выбранный показатель риска, для определения фонового риска аварии ($\boldsymbol{R_Ф}$), рекомендуется провести оценку риска аварии на ОПО ($\boldsymbol{R_P}$) для выбранного показателя риска.

(4.2) Оценку риска аварии на ОПО ($\boldsymbol{R_P}$) для выбранного показателя риска в условиях выполнения требований, установленных в ФНП. Рекомендуется использовать полученное значение показателя риска $\boldsymbol{R_P}$ в качестве величины фонового риска ($\boldsymbol{R_Ф}$), т.е. в таком случае принимается, что: $\boldsymbol{R_Ф}=\boldsymbol{R_P}$.

К рекомендуемым методам оценки значений выбранных на Стадии (2) показателей риска аварии на ОПО НГК в условиях выполнения требований, установленных в ФНП ($\boldsymbol{R_P}$) относятся соответствующие руководствах по безопасности в области анализа опасности и оценки риска аварий на ОПО НГК, в том числе [234], [268] и [269].

В случае отсутствия достоверных исходных данных для оценки $\boldsymbol{R_P}$ рекомендуется воспользоваться статистическими данными о фоновом риске аварии и инцидентов в отраслях нефтегазового комплекса ($\boldsymbol{R_{НГ}}$).

(4.3) Анализ статистических данных об авариях и инцидентах на ОПО НГК, аналогичных объекту, для которого разрабатывают обоснование безопасности, оценка по ним фонового риска аварии в отрасли ($\boldsymbol{R_{НГ}}$).

Рекомендуется использовать оценку показателя риска $\boldsymbol{R_{НГ}}$ в качестве величины фонового риска ($\boldsymbol{R_{Ф}}$), т.е. принимается, что: $\boldsymbol{R_{Ф}} = \boldsymbol{R_{НГ}}$. Для показателей риска гибели людей в случае отсутствия достоверных исходных данных для определения $\boldsymbol{R_{НГ}}$ или, если данные статистики не позволяют достоверно оценить выбранный показатель риска гибели людей на анализируемом ОПО или в отрасли, рекомендуется воспользоваться статистическими данными о фоновом риске гибели людей в техногенных происшествиях ($\boldsymbol{R_{ГЛ}}$).

(4.4) Анализ статистических данных о гибели людей в техногенных происшествия и оценка по ним фонового техногенного риска ($\boldsymbol{R_{ГЛ}}$), которое в указанных в п.(4.3) случаях используют в качестве величины фонового риска ($\boldsymbol{R_{Ф}}$), т.е. в таком случае принимается, что: $\boldsymbol{R_{Ф}} = \boldsymbol{R_{ГЛ}}$.

В случае отсутствия достоверных исходных данных для определения $\boldsymbol{R_{ГЛ}}$ или, если статистические данные не позволяют достоверно оценить значение выбранного показателя риска, нецелесообразно использование допустимого риска аварии в качестве основного критерия обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований ФНП. Требуется обосновать иной критерий безопасной эксплуатации ОПО.

Стадия (5). Выбор коэффициента запаса (***КЗ***), в зависимости от установленной на стадии (3) степени опасности аварии и использованного на стадии (4) способа определения фонового риска для выбранных риск-ориентированных показателей опасности аварии, осуществляют:

(5.1) для показателей риска гибели людей – с использованием Табл. 20, при этом, если $\boldsymbol{R_{Р}}>\boldsymbol{R_{НГ}}$, то принимается, что $\boldsymbol{R_{Р}}=0{,}2\cdot\boldsymbol{R_{НГ}}$;

(5.2) для показателей риска материального ущерба от аварии – с использованием Табл. 21, при этом, если $\boldsymbol{R_{Р}}>\boldsymbol{R_{НГ}}$, то принимается, что $\boldsymbol{R_{Р}}=0{,}8\cdot\boldsymbol{R_{НГ}}$;

(5.3) для показателей риска факта возникновения аварии на ОПО – с использованием Табл. 22, при этом, если $\boldsymbol{R_{Р}}>\boldsymbol{R_{НГ}}$, то принимается, что $\boldsymbol{R_{Р}}=0{,}5\cdot\boldsymbol{R_{НГ}}$;

(5.4) для иных показателей риска аварии на ОПО – с использованием Табл. 23, при этом, если $\boldsymbol{R_{Р}}>\boldsymbol{R_{НГ}}$, то принимается, что $\boldsymbol{R_{Р}}=0{,}7\cdot\boldsymbol{R_{НГ}}$.

Табл. 20

Коэффициенты запаса для установления допустимого риска гибели людей при аварии

Степень опасности аварии	Значение коэффициента запаса (***КЗ***) для трех вариантов определения фонового риска (***$R_Ф$***):		
	аварии на ОПО, для которого разрабатывается обоснование безопасности	аварии на объектах нефтегазового комплекса	гибели людей в техногенных происшествиях
	$R_Ф = R_Р$	$R_Ф = R_{НГ}$	$R_Ф = R_{ГЛ}$
«Малая»	1	10	100
«Средняя»	2	20	200
«Высокая»	5	50	500
«Чрезвычайно высокая»	10	100	1000

Табл. 21

Коэффициенты запаса для установления допустимого риска материального ущерба от аварии

Степень опасности аварии	Значение коэффициента запаса (***КЗ***) для двух вариантов определения фонового риска ущерба (***$R_Ф$***) от аварии:	
	на ОПО, для которого разрабатывается обоснование безопасности	на объектах нефтегазового комплекса
	$R_Ф = R_Р$	$R_Ф = R_{НГ}$
«Малая»	1	1
«Средняя»	1,1	1,25
«Высокая»	1,2	1,5
«Чрезвычайно высокая»	1,3	2

Табл. 22

Коэффициенты запаса для установления допустимого риска случая возникновения аварии на ОПО

Степень опасности аварии	Значение коэффициента запаса (***КЗ***) для двух вариантов определения фонового риска (***$R_Ф$***) возникновения:	
	аварии на ОПО, для которого разрабатывается обоснование безопасности	аварии на объектах нефтегазового комплекса
	$R_Ф = R_Р$	$R_Ф = R_{НГ}$
«Малая»	1	1
«Средняя»	1,7	2
«Высокая»	2,2	5
«Чрезвычайно высокая»	3	10

Табл. 23

Коэффициенты запаса для установления допустимого риска аварии

Степень опасности аварии	Значение коэффициента запаса (***КЗ***) для двух вариантов определения фонового риска аварии (***$R_Ф$***):	
	на ОПО, для которого разрабатывается обоснование безопасности	на аналогичных объектах нефтегазового комплекса
	$R_Ф = R_Р$	$R_Ф = R_{НГ}$
«Малая»	1	1
«Средняя»	1,5	2
«Высокая»	3,5	5
«Чрезвычайно высокая»	5	10

(5.5) Все исходные предположения и значения коэффициентов запаса, использованные на стадии (5) могут быть скорректированы при наличии иных достоверных сведений о функции распределения случайной величины потерь от аварий и ее других представительных характеристиках.

Стадия (6). Оценка риска аварии на опасном производственном объекте (***$R_{ОБ}$***) по обоснованно выбранным на стадии (2) риск-ориентированным показателям аварийной опасности отступления от требований ФНП проводится с учетом реализации разработанных мер, компенсирующих отступления или недостающие требования промышленной безопасности.

К рекомендуемым методам оценки значений выбранных на стадии (2) показателей риска аварии на ОПО НГК в условиях отступления от требований ФНП и выполнения разработанных мер, компенсирующих эти отступления (***$R_{ОБ}$***) относятся соответствующие руководствах по безопасности указанные в п. (4.2).

Стадия (7). При установлении допустимого риска аварии (***$R_Д$***) используют значения фонового риска аварии, определенного на стадии (4), и коэффициента запаса, выбранного на стадии (5). При этом допустимый риск аварии (***$R_Д$***), определяется как величина отношения фонового риска аварии к соответствующему коэффициенту запаса (***КЗ***): ***$R_Д$=$R_Ф$/КЗ.***

При установлении допустимого риска гибели людей при аварии для проектируемого ОПО целесообразно применять дополнительный понижающий

коэффициент равный 3. При установлении допустимого риска гибели людей при аварии для ОПО, на котором в обосновании безопасности устанавливаются новые требования промышленной безопасности, целесообразно применять дополнительный понижающий коэффициент равный 5. При установлении допустимого риска аварии риск гибели для населения целесообразно выбирать в 100 раз меньше риска гибели для персонала.

Выбор коэффициентов запаса для новых объектов и для новых требований определяются стремлением обезопасить новую техносферу, исключая из проектирования неизученные или неоправданно опасные новые технологии. Значения коэффициентов выбраны как соответствующие доли от трети диапазона полного возможного разброса значений показателей риска аварии, рассчитываемых по современным методикам оценки риска аварий в настоящее время.

Стадия (8). Для обоснования достаточности разработанных к принятию мер, компенсирующих отступления от требований ФНП (компенсирующих мер) необходимо выполнение условия, когда оцененные на стадии (6) значения риск-ориентированных показателей опасности аварии при отступлении от ФНП и с учетом реализации компенсирующих мер ($\boldsymbol{R_{ОБ}}$), будут не больше соответствующих значений установленного на стадии (7) допустимого риска аварии ($\boldsymbol{R_{Д}}$).

Если $\boldsymbol{R_{ОБ}} > \boldsymbol{R_{Д}}$, то необходимо переработать компенсирующие меры или отказаться от предполагаемого отступления требований ФНП, как недопустимо аварийно опасного и необоснованного.

В разработанном подходе предложено методическое решение перехода от распространившегося использования абсолютных показателей опасности к относительным уровням риска аварии, для чего и понадобилось введение инструментария коэффициентов запаса относительно уже достигнутых фоновых уровней аварийной опасности (Табл. 18, Табл. 19). Предложенные в коэффициенты запаса *КЗ* (Табл. 20–Табл. 23) могут и должны быть скорректированы при наличии иных достоверных сведений о функции

распределения случайной величины потерь от аварии и ее других представительных характеристиках.

Источником для оценки диапазона предлагаемых в Методике значений КЗ (Табл. 20–Табл. 23) стал фиксируемый разброс значений в официальных данных по аварийности и смертельному травматизму на ОПО НГК, известные масштабы неопределенности существующих методик оценки риска (для «индивидуального риска», например, до 3-х десятичных порядков), опыт технического регулирования пожарной безопасности (законодательное изменение допустимого пожарного риска на десятичные порядки), фактическое исключение из часто применяемых методов оценки риска аварий адекватных моделей зарождения и возникновения аварий (упрощенная замена их исходными данными о частотах «средних» отказов на «средних» технических устройствах).

Чем выше неопределенность исходных данных о фоновом риске аварии, и выше степень опасности ОПО, тем больше будет значение *КЗ* допустимости относительно фонового значения риска аварии. Максимальный диапазон изменения *КЗ* определяется возможным разбросом значений показателей риска аварий, оцениваемых по распространенным методикам. Значения *КЗ* внутри максимального диапазона определяются в долях соответствующих классу опасности ОПО и степени неопределенности выбранного фонового уровня опасности. На данном этапе внедрения методов установления допустимого риска аварии, важнее не точное значение *КЗ*, а характер его изменения в известном диапазоне (по степенной зависимости при оценке степени риска). В Методике конкретные значения *КЗ* не входят в обязательные положения, в отличие от принципов их выбора и применения для установления допустимого риска относительно фонового.

Иногда предполагают, что действующие ОПО уже созданы с чрезмерным запасом «по риску», поэтому типовые отступления от ФНП лишь увеличивают показатели риска, и «не приводят к выходу их за область допустимых значений». Это мнение ошибочно. И раньше и сейчас ОПО не проектируют «по показателям риска с большим коэффициентом запаса», а проектируют в предположении, что

на них будут выполняться действующие правила безопасности. Отступление от норм увеличивает опасности относительно фонового уровня (когда действующие правила выполняются). Необходимо компенсировать опасности, возникающие вследствие отступления от норм, и проконтролировать их достаточность, измеряя риск аварии «до и после» отступления с обязательной компенсацией. Если предположить, что действующие нормы чрезмерны и нет необходимости их выполнять, то следует пересмотреть сами нормы, и не применять предлагаемую Методику. В ней принято, что действующие нормы соответствуют реальным опасностям, т.к. нормы разработаны в результате анализа уже произошедших аварий, а не логических гипотез. По предлагаемому в Методике подходу действительно практически невозможно обосновать только и только угрожающие и необоснованные отступления от норм (а малоопасные, т.е. обоснованно компенсированные – вполне возможно).

3.4.3 Типовые примеры установления допустимого риска аварий

ПРИМЕР №1

ДАНО: ОПО нефтеперерабатывающей промышленности нового строительства, при аварии на котором возможна гибель до 8 чел., и на котором необходимы отдельные отступления от требований, установленных в ФНП.

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимый риск гибели для персонала и близрасположенного населения.

РЕШЕНИЕ:

1) Согласно таблице № 6-3 руководства по безопасности [234] (см. ниже в Табл. 33), данный ОПО относится к ОПО со средним риском аварии.

2) По данным Табл. 18 ежегодный риск гибели человека в авариях на ОПО нефтеперерабатывающей промышленности в среднем за 2012-2016 гг. достигал 7,5 погибших на 100 тыс. рискующих, т.е. уровень риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –5 дБR.

3) Согласно Табл. 20 коэффициент запаса для установления риска гибели персонала на данном ОПО составляет 20. Дополнительный понижающий коэффициент для объекта нового строительства составляет 3.

ОТВЕТ:

а) Допустимый риск гибели персонала от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 75/(20·3)= 1,3 погибших на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –23дБR).

б) Допустимый риск гибели близрасположенного населения от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 1,3/100=0,013 погибших на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = -43 дБR).

ПРИМЕР №2

ДАНО: опасный производственный объект нефтеперерабатывающей промышленности нового строительства, при аварии на котором возможна гибель до 8 чел., и для которого отсутствуют требования промышленной безопасности.

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимый риск гибели для персонала и близрасположенного населения.

РЕШЕНИЕ:

1) Согласно таблице № 6-3 руководства по безопасности [234] (см. ниже в Табл. 33), данный ОПО относится к ОПО со средним риском аварии.

2) По данным Росстат ежегодный риск гибели человека в пожарах и ДТП в среднем за 2012-2016 гг. составлял 241 погибших на 1 млн рискующих.

3) Согласно Табл. 20 коэффициент запаса для установления риска гибели персонала на данном ОПО составляет 200. Дополнительный понижающий коэффициент для объекта с неустановленными требованиями промышленной безопасности составляет 5.

ОТВЕТ:

а) Допустимый риск гибели персонала от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 241/(200·5) = 0,24 погибших на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –30 дБR).

б) Допустимый риск гибели близрасположенного населения от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 0,24/100 = 0,0024 погибших на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = -50 дБR).

ПРИМЕР №3

ДАНО: действующий ОПО нефтеперерабатывающей промышленности, индивидуальный риск гибели персонала на котором согласно декларации промышленной безопасности достигает $5 \cdot 10^{-4}$ год$^{-1}$.

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимый риск гибели для персонала и близрасположенного населения при отдельных отступлениях от требований, установленных в ФНП.

РЕШЕНИЕ:

1) По данным Табл. 18 ежегодный риск гибели человека в авариях на ОПО нефтеперерабатывающей промышленности в среднем за 2012-2016 гг. составлял 75 погибших на млн рискующих (уровень риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –5 дБR).

2) Кратность превышения индивидуального риска гибели персонала от аварии по сравнению среднеотраслевым составляет: 500/75=6,7. Согласно таблице № 6-3 руководства по безопасности [234] (см. ниже в Табл. 33), данный объект относится к ОПО с высоким риском аварии (укладывается в диапазон от 1 до 10).

3) Согласно Табл. 20 коэффициент запаса для установления риска гибели персонала на данном ОПО составляет 5.

ОТВЕТ:

а) Допустимый риск гибели персонала от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 500/5 = 100 погибших на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –3,8 дБR или $1 \cdot 10^{-4}$ год$^{-1}$).

б) Допустимый риск гибели близрасположенного населения от поражающих факторов аварии на данном ОПО составляет: 100/100 = 1 погибший на млн рискующих (что соответствует уровню риска $\boldsymbol{R_{dB}}$ = –23,8 дБR или $1 \cdot 10^{-6}$ год$^{-1}$).

ПРИМЕР №4

ДАНО: реконструируемый ОПО магистрального газопроводного транспорта, при аварии на линейном участке которого возможна гибель до 8 чел. и на котором предполагаются обоснованные отступления от требований по безопасным расстояниям до объектов с присутствием людей, установленным п. 10 ФНП [267].

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимый риск групповой гибели 8 чел. на реконструируемом участке линейной части магистрального газопровода с

отступлением от требований по безопасным расстояниям до объектов с присутствием людей.

РЕШЕНИЕ:

1) В соответствие с п. (4.2), по методике руководства по безопасности [234], оценивается риск групповой гибели людей на объекте возможного ненормативного сближения рассматриваемого участка магистрального газопровода при условии выполнения всех действующих требований безопасности (включая соблюдение установленных безопасных расстояний). Пусть рассчитанное значение риска групповой гибели 8 чел. составило 10^{-6} 1/год.

2) Согласно таблице № 6-3 руководства по безопасности [234] (см. ниже в Табл. 33) данный ОПО относится к ОПО со средним риском аварии (8 погибших укладывается в диапазон от 5 до 10).

ОТВЕТ:

а) Согласно Табл. 23 коэффициент запаса для установления допустимого риска аварии составляет 1,5. Допустимый риск групповой гибели 8 чел. от поражающих факторов аварии на данном участке составляет:

$10^{-6}/1,5 = 6,7 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

ПРИМЕР №5

ДАНО: ОПО магистрального нефтепроводного транспорта нового строительства, при аварии на линейном участке которого невозможна групповая гибель людей, и на котором предполагаются обоснованные отступления от требований по безопасным расстояниям, установленным п. 10 ФНП [267].

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимые риски гибели человека, материального ущерба и случая возникновения аварии.

РЕШЕНИЕ:

1) В соответствие с п.(4.2), по методике руководства по безопасности [268], оценивается риск гибели человека на объекте возможного ненормативного сближения рассматриваемого участка магистрального нефтепровода при условии выполнения всех действующих требований безопасности (включая соблюдение установленных безопасных расстояний). Пусть рассчитанное значение риска

гибели человека составило 10^{-5} 1/год, риска материального ущерба – 33 млн руб./ав. и риска возникновения случая аварии на рассматриваемом участке $6 \cdot 10^{-5}$ ав./(год·км).

2) Определяется степень опасности рассматриваемого участка магистрального нефтепровода в соответствие с пп. 72-78 руководства по безопасности [268]. Пусть рассматриваемый участок относится к ОПО с высоким риском аварии.

3) Согласно Табл. 19 фоновый риск возникновения аварии на магистральном трубопроводном транспорте составляет $8 \cdot 10^{-5}$ ав./(год·км), что больше полученной в п 1) оценки в $6 \cdot 10^{-5}$ ав./(год·км). В соответствие с пп. (4.2) и (5.3) фоновый риск возникновения аварии на рассматриваемом участке составляет $\boldsymbol{R_Ф}=\boldsymbol{R_Р}=6 \cdot 10^{-5}$ ав./(год·км).

4) Согласно Табл. 19 фоновый риск материального ущерба на магистральном трубопроводном транспорте составляет 25 млн руб./ав., что меньше полученной в п 1) оценки в 33 млн руб./ав. В соответствие с пп. (4.2) и (5.2) фоновый риск материального ущерба на рассматриваемом участке составляет $\boldsymbol{R_Ф}=\boldsymbol{R_Р}=0{,}8 \cdot \boldsymbol{R_{НГ}}$ $=0{,}8 \cdot 25$ млн руб./ав.= 20 млн руб./ав.

ОТВЕТ:

а) Согласно Табл. 23 коэффициент запаса для установления допустимого риска аварии на данном ОПО составляет 3,5. Допустимый риск гибели человека от поражающих факторов аварии на данном участке составляет: $10^{-5}/3{,}5 = 3 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

б) Согласно Табл. 21 коэффициент запаса для установления допустимого риска аварии составляет 1,2. Допустимый риск материального ущерба от аварии на данном участке составляет: 20/1,2 = 16,7 млн руб./ав.

в) Согласно Табл. 22 коэффициент запаса для установления допустимого риска случая возникновения аварии составляет 2,2. Допустимый риск случая возникновения аварии на данном участке составляет: $6 \cdot 10^{-5}/2{,}2 = 2{,}7 \cdot 10^{-5}$ ав./(год·км).

ПРИМЕР №6.

ДАНО: ОПО магистрального нефтепродуктопроводного транспорта нового строительства, на котором предполагаются обоснованные отступления от требований ФНП, характеризуемые удельной частотой аварий на грузооборот.

ОПРЕДЕЛИТЬ: допустимый риск аварии по показателю удельной частоты аварий на грузооборот.

РЕШЕНИЕ:

1) В соответствие с п.(3.2.3) при имеющихся исходных данных степень опасности аварии для рассматриваемого объекта может быть оценена как «чрезвычайно высокая».

2) По опубликованным статистическим данным фоновая удельная частота аварий на российском магистральном трубопроводном транспорте ($\boldsymbol{R_{НГ}}$) достигает величины 7,6 ав./(трлн т-км) – см. [185]. В соответствие с п.(4.3) значение фонового риска аварии составит: $\boldsymbol{R_{Ф}} = \boldsymbol{R_{НГ}} =$ 7,6 ав./(трлн т-км).

ОТВЕТ:

Согласно Табл. 22 коэффициент запаса для установления допустимого риска аварии составляет 10. Допустимый риск аварии по показателю удельной частоты аварий на грузооборот на рассматриваемом объекте составляет: 7,6/10=0,76 ав./(трлн т-км).

3.5 Модернизация методических основ анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий

В реформе технического регулирования продвигалось фундаментальное изменение традиционных представлений и знаний о безопасности как о целостном культивируемом свойстве технико-социальных систем «источник опасности – рискующие». Постмодернистский редукционизм в безопасности сводил все многообразие опасностей и противодействия им к проверке единственного индикатора – «отсутствие недопустимого риска» [206,230]. «Управление риском» (как образ положительных новшеств безопасности в массовой информационной технологии) стало важным деструктивным

проводником постмодерна в индустриальной безопасности техносферы. В ответ потребовалась антикризисная модернизация методических основ анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий – в первую очередь для научно-технического разграничения анализа риска и «управления риском».

В риск-ориентированном подходе в промышленной безопасности необходимо различать информационное «управление риском» (воздействие на представления об опасностях) и организационно-техническое управление самим опасным объектом, а не его скрытой сущностью «риска». В образующейся области незнания опасных явлений могут скрываться иные известные опасности и неведомые прежде угрозы, вскрываемые методами анализа риска аварий, результаты которых могут канализироваться «управлением риском» (подавляться или гипертрофироваться техногенные страхи обывателей вне реальных угроз).

Т.о. в пореформенный период потребовались научно-обоснованные уточнения предметной области анализа опасностей и оценки риска (и особенно крупных) аварий в системе обеспечения промышленной безопасности ОПО.

Необходимость проведения и общие нормативные требования к анализу опасностей и оценке техногенного риска содержались, и сегодня содержатся, во многих законодательных нормах [76,206,240,233,235, 267-272 и др.]. Ключевой зарубежный опыт анализа опасностей и количественной оценки риска, а также требования к риск-менеджменту отражен в международных и гармонизированных российских стандартах и руководствах [273-293 и др.].

В использовании зарубежных стандартов следует отметить не всегда адекватный перевод, а также необходимость их предметной адаптации к сфере промышленной безопасности, имеющей свою сложившуюся терминологию [294].

Анализ аварийного риска необходим для обоснования приоритетов в мероприятиях по оптимальному обеспечению безопасного функционирования ОПО в условиях угроз возможного возникновения промышленных аварий, в т.ч. крупных (риск-ориентированный подход), а не для сравнений с критериями «приемлемого (допустимого) риска» в информационном контексте т.н. «управления риском».

При научном употреблении термина «управление», важно придерживаться общих понятий, используемых в современной теории управления. В соответствие с терминологическими основами теории управления, изложенными в рекомендациях Комитета по научно-технической терминологии АН СССР [231], управление – это процесс, включающий в себя:

а) выработку альтернативных управляющих воздействий;

б) принятие решения о выборе из них наиболее эффективных;

в) осуществлений управляющих воздействий с целью достижения желаемых результатов функционирования управляемого объекта.

При этом под объектом понимают выделенную по некоторым правилам часть мира, являющуюся предметом познания, практической деятельности. Величина, характеризующая свойство объекта, значение которой определяется по качественной или количественной шкалам, называется признаком или параметром объекта, соответственно. Риск, как мера опасности объекта – не есть сам объект, и не может, следовательно, являться объектом управления. Риск не может функционировать, и у него нет результатов функционирования: управлять риском как таковым невозможно. Управлять необходимо самим объектом, а не его признаками и параметрами. Так автолюбители управляют самим автомобилем, а не стрелкой спидометра. Формальное допущение о возможности рассмотрения меры опасности (риска аварии), как объекта управления, равнозначно тому, что, например, продавец при взвешивании товара займется манипулированием с весами и гирями – управлением мерой веса.

Буквальное «управление риском» не отвечает основным принципам научного познания, может приводить к серьезным просчетам в управленческих решениях в обеспечении безопасности в техносфере. Важно различать понятия «анализ риска» и «управление риска»:

анализ опасностей и оценка риска (анализ риска, риск-менеджмент) – взаимосвязанная совокупность процессов идентификации опасностей и оценки риска аварий на ОПО для отдельных физических лиц, групп людей, имущества, окружающей среды, а также разработки мероприятий по снижению риска аварии;

управление риском – специальная информационная технология по убеждению рискующих в том, что допустимый риск существенно меньше приемлемого (определения допустимого и приемлемого риска см. в «Словаре терминов» ниже и в подразделе 3.4).

Среди актуальных особенностей современных международных стандартов необходимо отметить фактический отказ от контрпродуктивного термина «управление риском», который проник в российский научно-технический язык специалистов (см. подробнее [295, 165]). В международных стандартах уже достаточно давно не используется термин «risk control», он заменен понятием «managing risk», которое в российских обложечных стандартах по инерции переводят как «управление риском».

Например, оригинальный вариант текста ключевого ISO 31000 [282] гласит:

«… In this Standard, the expressions “risk management” and “managing risk” are both used. In general terms, “risk management” refers to the architecture (principles, framework and process) for managing risks effectively, and “managing risk” refers to applying that architecture to particular risks…».

Один из вариантов «обложечного» перевода этого же фрагмента в [283]:

«…В данном Международном Стандарте используются выражения «риск менеджмент» и «управление риском». Сформулированное в общем смысле, выражение «риск менеджмент» относится к «архитектуре» (т.е. принципам, условиям и процессам) эффективного управления рисками, при этом выражение «управление риском» относится к применению данной архитектуры к определенному риску…»,

или в другом варианте перевода:

« …В настоящем стандарте используются оба выражения: «управление риском» и «менеджмент риска». В общих чертах выражение «менеджмент риска» касается архитектуры (принципов, структуры и процесса) для результативного управления риском, тогда как выражение «управление риском» касается применения этой архитектуры к конкретным рискам…».

В специальном ГОСТ Р 51897-2002 [284] был еще термин «risk control» (фр. «maitrise du risque») с одним примечанием:

«УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ: действия осуществляемые для выполнения решений в рамках менеджмента риска.
Примечание. Управление риском может включать в себя мониторинг, переоценивание и действия, направленные на обеспечение соответствия принятым решениям».

В 2011 г. этот стандарт был отменен и взамен него введен ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009 [285], где дан англоязычный термин только

«control» (фр. «moyen de maitrise»), который вольно переведен с добавлением в скобках слова «риском» и снабжен уже двумя примечаниями:

«Управление (риском): меры, направленные на изменение риска.
Примечание 1 - Управление риском охватывает процессы, политику, устройства, методы и другие средства, используемые для модификации риска.
Примечание 2 - Управление не всегда может привести к ожидаемым результатам изменения риска».

Таким образом, термины «анализ риска» и «управление риска» наполняются принципиально разным содержательным смыслом, причем, словосочетание «управление риском» быстро и конъюнктурно меняется, становится все более расплывчатым и по форме, и по содержанию (ср. [284] и [285]). Если специально не оговорен контекст, то целесообразно использовать термин «анализ риска», который ближе соответствуют по своему содержанию чаще используемому англоязычному «risk management».

Развернутый анализ гармонизации зарубежных стандартов в области анализа аварийных опасностей выполнен при непосредственном участии автора в научно-исследовательской работе по заказу Ростехнадзора по теме: «Анализ состояния методического обеспечения анализа риска аварий на опасных производственных объектах. Разработка проектов руководств по безопасности по проведению анализа опасностей и оценка риска аварий на опасных производственных объектах» (Госконтракт № 78-ГК/2013). Результаты анализа гармонизированных стандартов показывают, что постоянно обновляемый инструментарий оценки техногенного риска приходит в Россию с некоторым запозданием. Среди плюсов такого процесса можно отметить временный характер имитируемых «теорий риска» и поверхностность их воздействия на российскую практику обеспечения безопасности. Наработанные отечественные методы обеспечения безопасности сложных технических систем не заменяются в своей основе конъюнктурным «управлением риском», скопированным из финансовой сферы предпринимательства (под оболочкой постиндустирально «моды на риск» в целом пока сохраняются основы безопасного функционирования опасных объектов). Это дает время и возможность более глубокого освоения и адаптации зарубежного инструментария анализа техногенного риска для российских

условий. В сфере промышленной безопасности такая работа идет уже почти двадцать лет. Основные результаты исследований и приложений методов анализа риска аварий в 2000–2015 гг. отражены в действовавших Методических указаниях по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418–01 [233]). При всех известных плюсах РД 03-418–01 (относительная непротиворечивость положений, терминологическая устойчивость, формирование признанного российского сообщества риск-специалистов) главным его недостатком можно считать оперирование со слишком абстрактным объектом анализа – «внеотраслевым ОПО». РД 03-418–01 не стал полноценной затравкой создания быстро развивающейся (по сравнению, например, с международными нормативами риск-менеджмета) системы нормативов по анализу риска аварий, как в различных отраслях промышленности, так и для типовых причин и последствий аварий на ОПО. Потребовалась разработка новой системы руководств по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО НГК различных отраслей. Ядром такой системы стали переработанные методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО.

Проведенный анализ применяемых в международных и региональных стандартах требований к оценке риска аварий показал, каких-то особых, специальных или альтернативных требований к анализу риска аварий не наблюдается, – во всех стандартах примерно одни и те же процедуры и положения. Новые зарубежные стандарты в основном задают тренд «на риск», популяризируют ознакомление с риск-терминологией через достаточно общие «финансово-экономические» международные стандарты (например, ISO 31000:2009 [282]). Подобные нормативы и их клоны конвейерно, через внедренные с 2002 г. механизмы техрегулирования, гармонизируются обложкой в российских отраслевых нацстандартах. По форме переводные стандарты использовать в российской практике обеспечения промышленной безопасности крайне затруднительно (невозможно иногда установить терминологические соответствия принятым и устоявшимся отраслевым понятиям и определениям).

При переводе зарубежных оригиналов допускаются неточности, зачастую искажающие смысл положений, а также игнорируется их область применения (от оценки финансовых рисков, безопасности медицинских препаратов до пилотирования космической техники). Например, в ГОСТ Р 54144-2010 [291] содержатся следующие иносмысловые заметки:

«3.3 огненный *столб* или шар:
3.4 перегрев (*перекипание*) и возникающий в результате пожар резервуара
3.12 опасный феномен "*в условиях ограничения источника*": Опасный феномен, для которого последствия критического события ограничиваются надежным барьером безопасности.
3.14 "*полностью проявившийся*" опасный феномен: Опасный феномен, для которого не существует системы безопасности, ограничивающей последствия критического события и смягчающей эффекты.
3.41 пожар *лужицы*, *бассейна*: Сгорание материала, испаряющегося из слоя жидкости (лужицы, бассейна)….».

Из последних наработок отечественной практики в методологии анализа техногенного риска можно отметить относительно высокий уровень разработки концепции приемлемого и допустимого риска аварий [296,297,298] (см. выше подраздел 3.4), а также более четкая определенность в формулировках основных задач анализа риска аварий. Здесь среди приоритетов можно выделить (1) сравнение с критериями допустимого риска (введенного не только легально, но легитимно) и (2) получение знаний об опасностях для разработки эффективных мер предупреждения угроз.

Риск аварии – один из важных показателей опасности аварии на ОПО, учитывающий стохастический характер зарождения, становления и перерастания опасностей в актуальные угрозы, а последних в возможное при аварии причинение вреда не только людским, материальным и природным ресурсам, но и в целом суверенной культуре безопасности (например, в репутационом контексте достигнутого технологического статуса ОПО, отрасли и/или страны). Распространенной количественной мерой вреда является ущерб (в натуральных или стоимостных единицах) – показатель ухудшения отличительных свойств чего-либо. Соответственно в качестве риск-показателя опасности обычно выбирают случайную величину ущерба от аварии, а различные числовые характеристики этой случайной величины обычно называют показателями риска

аварии (риск – это показатель опасности, функционал числовых характеристик разных аспектов возможного проявления опасностей и угроз).

В разрабатываемом риск-ориентированном подходе оцененные показатели опасности (риск) аварии на ОПО в основном используются для ранжирования составляющих ОПО по степени опасности и обоснования приоритетов в мероприятиях динамического обеспечения безопасного функционирования ОПО.

Отметим также отдельные методические проблемы, вскрывшиеся по опыту использования стандартных показателей риска аварии в отечественной практике анализа риска аварий. Во-первых, специфичность случайной величины ущербов от аварий (характерное несимметричное распределение с «тяжелыми хвостами») накладывает важные ограничения на показательность привычных числовых характеристик в этом случае, по сравнению с более распространенными случайными величинами с нормальным (и симметричным) распределением. Широко используемое матожидание и его производные («коллективный риск», «индивидуальный риск», «ожидаемый ущерб») мало что показывают для случайной величины очень редких, но очень тяжелых потерь, и частых, но легких ущербов. В этом вопросе готовых решений нет и необходима дальнейшая теоретическая разработка иных числовых характеристик случайной величины ущербов от аварии, нежели производные величины от стандартного матожидания (теория микродольных вероятностей 10^{-6} должна существенно отличаться от классической теории вероятностей [299,300], вполне приемлемо описывающей частоты событий до 0,01). До появления пригодных результатов таких исследований в качестве основного показателя риска аварии целесообразно использовать в приоритетном порядке как можно более полную функцию распределения случайной величины людских и материальных потерь от аварии и отдельно выделять для исследования ее крайнюю область с КПА.

Кроме того, необходимо учитывать значительную неопределенность (и даже ошибочность) лингвистических названий основных показателей опасности – индивидуальный, коллективный и социальный риск. Индивид – это модель человека в западной антропологии, которая весьма отдаленно применима даже

для нынешних российских условий (у нас под индивидом чаще понимают синоним личности, но даже гибель личности в аварии имеет совсем иной смысл, чем смертельное ранение тела жертвы аварии). Примерно сходные проблемы смыслового содержания стандартных показателей риска возникают при рассмотрении отличий трудового коллектива от наемного персонала, социума от общества или сообщества, общественности. На данный момент целесообразно оставить привычные переводные названия показателей риска смертельного травмирования людей, но в их определениях необходимо более четко дать разъяснения причин таких названии и вкладываемого актуального смыслового содержания исходя из результатов отечественной практики анализа риска промышленных аварий.

Много ценных знаний дал опыт практической реализации реформы технического регулирования. О ее проблемах написано масса критической литературы [217, 301-304]. Дежурная целеустановка реформы о повышении российской конкурентоспособности давно опровергнута и логикой, и жизнью (см. подробнее авторские исследования в [139,167]). Однако реформа явно не сворачивается, т.к. ее цели, возможно, отличаются от декларируемых [306,307,308]. Вместе с тем за время реформы остатки творческих сил были отвлечены и потрачены на критику «техрегулирования», а никакого альтернативного проекта выработано не было. Сегодня просто прекратить техрегреформу и оставить «пустое место» не удастся: новое не приложишь, а старое порушено.

Для проектирования будущего необходимо оценить действительное положение дел в сфере нормативного обеспечения организационно-технических процессов в отечественных техноландшафтах. Чтобы не вводить новые термины для краткости будем называть это уже привитым «техническим регулированием», которое в прошлом было известно как государственная стандартизация (в техносфере). Механистический редукционизм – сведение сложного к простому – стал методологическим стержнем техрегреформы. По схеме реформаторов, окружающий Мир – это рынок, Жизнь – конкуренция, а Человек – продавец или

покупатель (потребитель). Для него безопасность отечественного производства особой ценности не представляет, а рыночная цена безопасности слишком высока – неконкурентоспособна. По радикальному замыслу реформаторов впрямую обеспечивать безопасность на опасном производственном объекте не нужно – достаточно регулировать безопасность вторичного товарооборота произведенной продукции (Табл. 24).

Табл. 24

Схема изменения вектора обеспечения безопасности в реформу технического регулирования 2000-2010-х гг.

Безопасность в индустриализме:	*Безопасность в постиндустриальных реформах технического регулирования:*
Обеспечение безопасноспособности техноландшафтов, как культивируемой основы развития и повышения разнообразия целостного	Конкурентоспособность техноанклавов. Безопасность - частное следствие стихии конкурентной борьбы
Традиционное обеспечение безопасности – кропотливое недопущение аварий, централизованное распознание и предвидение угроз	Постбезопасность – свойство товара на рынке не вредить потребителю. Функции распознания и предвидения техногенных угроз передаются сетевым (рыночным) структурам (от госорганов в страховые пулы)
Очерчивание правилами и нормами границ безопасного производства. Накопление знаний о реализовавшихся опасностях	Границы безопасности опасны для экспансии товарооборота, сковывают свободу развития. Директивно обеспечивать безопасность на ОПО с его окружением экономически вредно (допнагрузка на предпринимателя, ухудшение инвестклимата, адм./ком. барьер, коррупция и проч.)
Исследование аварий, научный прогноз динамики безопасного развития технико-социальных систем	Прекращение анализа техногенных опасностей: Свободный товарооборот обеспечивает и безопасность производства товаров
Внутренний контроль и внешний надзор за соблюдением требований промышленной безопасности	Замена внешнего надзора доминирующим внутренним «саморегулированием» с информационной оболочкой «управление рисками»
Оценка уровня безопасности по исполнению требований норм и правил	Оценка соответствия безопасности посредством сравнения расчетного риска с приемлемым
Приоритет предупреждения аварий	Приоритет демонстрации приемлемости риска

В ходе реформы умалчивалось о неминуемом снижении безопасности в техносфере для большинства жителей РФ (хотя эксперты предупреждали). Предпринятые механистические попытки подмены безопасности надежностью не увенчались успехом – научные школы технической надежности в СССР были

очень сильны и специалисты быстро распознали такой подлог. В качестве маскирующего тумана техрегреформы создан и запущен светлый миф о «риске».

Важным учебным пособием по изучению риск-мифологии реформы техрегулирования служит практическое руководство Ростехрегулирования «Менеджмент рисков» [309]. Книга содержит в приложении двадцать национальных стандартов РФ о менеджменте риска, которые предваряются их общим обсуждением. В книге воспроизводятся термины и определения из «методологии менеджмента рисков». В нацстандартах РФ «риск – сочетание вероятности событий и его последствий» с беспредметным примечанием: «применительно к безопасности». А безопасность тавтологически и с отрицанием трактуется как «отсутствие недопустимого риска».

Несмотря на формальную принадлежность «риска» к роду "сочетаний" в реформаторских нацстандартах РФ под риском понимается некий объект. С этим «риск»-объектом производят множество действий: его анализируют, допускают, идентифицируют, избегают, исследуют, осуществляют его коммуникацию, мониторинг и менеджмент, на него воздействуют, его обрабатывают, оценивают, оптимизируют, осознают, оставляют, переносят, предотвращают, распределяют, принимают, разделяют, снижают, сохраняют, им управляют и даже финансируют. Риск – как мера опасности, как один из многих параметров опасного объекта – сам стал «объектом», превратился в сущность. Все пространство техрегреформы заполонил миф о том, что наконец-то обозначен тот пятый элемент, вездесущностный эфир, что воедино связывает технику, человеческую жизнь и деньги. Это риск.

Безопасность, как важнейшее отличительное свойство сложных технико-социальных систем, по сути определяющее жизнестойкость человека труда в мире естественных и искусственных опасностей, редукционировали в сиюминутное «отсутствие недопустимого риска». Согласно общеизвестным и стандартизированным правилам (например, см. ISO 704:2000 [310] п.6.4.3) определение должно описывать то, что понятие представляет собой, а не то, чем оно не является. Любая терминологическая словарная статья должна состоять из

утверждения, объясняющего, чем является понятие (п.6.3.1 из [310]). Использование отрицаний приводит к дефектному определению - обычно неполному, слишком широкому.

По схеме реформаторов безопасность в техносфере будет обеспечиваться посредством регулирования товарооборота – от полного госрегулирования в «тоталитарных» подходах и вплоть до «невидимой руки рынки» в радикальных неолиберальных версиях. Если цель существования любого источника опасности постулируется как сбыт товара на рынке, то и безопасность производства товаров можно обеспечить, воздействуя на товарооборот, а не на источник опасности. Эта постиндустриальная схема принципиально отличается от традиционного способа обеспечения безопасности, когда меры безопасности применяются непосредственно в системе «источник опасности - рискующие», а не в модельной макроэкономической оболочке. Уже доступны опытные данные, как ведут себя традиционные энергонагруженные технико-социальные системы в условиях управления их безопасностью экономоцентричным насосом «товар-деньги-товар» (Ульяновская-2007, СШГЭС-2009, Распадская-2010 и др.).

Основываясь на анализе применяемых в международных и региональных стандартах требований к оценке риска аварий, зарубежного и российского опыта использования методологии анализа опасностей и оценки риска аварий, может быть концептуально выделена система нормативно-методического обеспечения анализа опасностей и оценки риска аварий для российских ОПО [305]. Многие элементы и связи этой системы уже созданы и существуют в индустриальной России, они хорошо себя зарекомендовали в практике декларирования промышленной безопасности и при разработке специальных технических условий проектирования ОПО, обоснований безопасности ОПО. Требуется адекватная инструментальная поддержка для решения и других актуальных задач обеспечения промышленной безопасности в современных условиях роста угроз КПА. Усовершенствованные инструменты анализа риска аварий должны быть пригодными для системного использования в вопросах обоснования безопасности

ОПО, а также при анализе результативности действующих систем управления промышленной безопасности.

Важнейшие целевые результаты функционирования системы нормативно-методического обеспечения анализа риска аварий заключаются в представлении лицам, принимающим решения:

- объективных сведений об актуальных опасностях аварий (в том числе крупных промышленных аварий) как для отдельных ОПО, так и для их совокупностей (отраслевых, территориальных, имущественных);
- данных о степени аварийной опасности различных участков и составляющих ОПП, о «слабых местах» обеспечения безопасности;
- адресных рекомендаций по обоснованному снижению риска аварий.

Основа системы нормативно-методического обеспечения анализа риска промышленных аварий – разработанное в исследовании руководство по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах. Рассмотрим его основные и отличительные, вновь разработанные и обновленные методические положения.

Переработанное руководство устанавливает методические принципы, термины и определения в области анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (далее – анализ риска аварии), общие требования к процедуре и оформлению результатов его проведения, а также представляет основные и специальные методы анализа риска. В модернизированном руководстве также упорядочены и уточнены риск-ориентированные термины и определения в сфере промышленной безопасности (см. «Словарь терминов» ниже на с. 334).

Процедура анализа риска аварий включает следующие типовые этапы (см. схему на Рис. 58):

— Этап (1). Планирование и организация анализа риска аварии на ОПО;
— Этап (2). Идентификация опасностей аварии на ОПО;
— Этап (3). Оценка риска аварии на ОПО;
— Этап (4). Определение степени опасности аварии на ОПО и (или) наиболее опасных составных элементов ОПО.
— Этап (5). Разработка рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО.

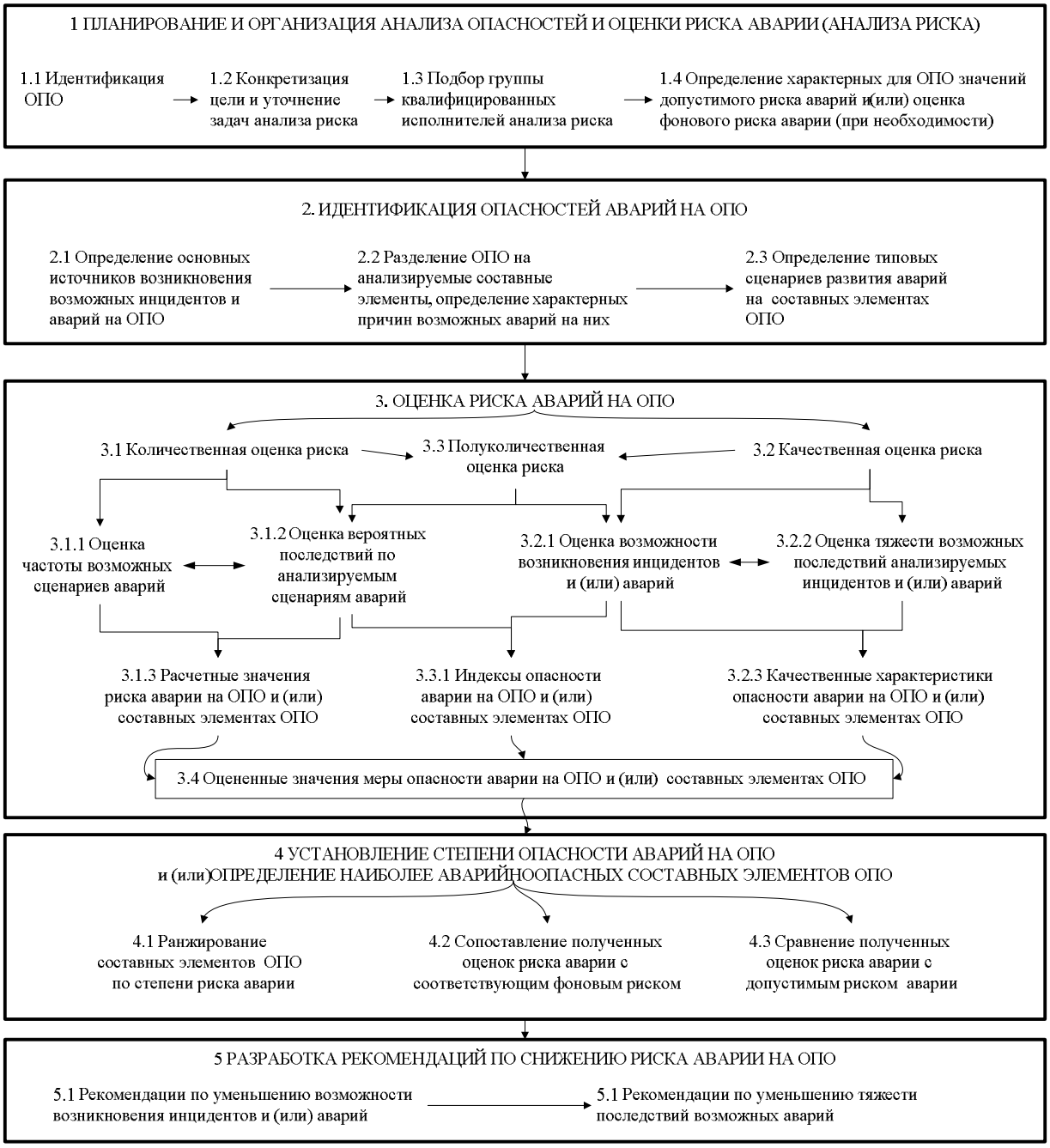


Рис. 58. Блок-схема проведения анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах

На Этапе (1) определяется:

а) анализируемый ОПО и/или его составляющие;

б) необходимость и достаточность проведения анализа риска аварии на ОПО (декларирование промышленной безопасности, обоснование безопасности, экспертиза промышленной безопасности, обоснование проектных решений, страхование ответственности, другие процедуры, требующие использования результатов анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО);

в) рабочая группа квалифицированных исполнителей, детальность и ограничения планируемого анализа риска аварии;

г) способы достижения цели и основные задачи анализа риска аварии.

Основная цель процедуры анализа риска аварии на ОПО – определение степени аварийной опасности ОПО и (или) его составных элементов на основе результатов оценки риска аварии, и разработка обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии и/или мероприятий, компенсирующих обоснованные отступления от требований промышленной безопасности.

На различных этапах жизненного цикла ОПО основная цель анализа риска аварий может принимать соответствующее контекстное уточнение в форме перечня задач в зависимости от необходимой глубины анализа опасностей, и в частности определяться условиями разработки декларации промышленной безопасности, специальных технических условий, обоснования безопасности и иных документов, требующих использования результатов анализа риска аварий.

Задачи анализа риска аварии на этапе размещения (обоснования инвестиций, проведения предпроектных работ) или проектирования ОПО:

- идентификация опасностей аварии, их качественная/количественная оценка;
- обоснование оптимальных вариантов размещения ОПО, применяемых технических устройств, взрывоустойчивых зданий и сооружений с учетом особенностей расположения близлежащих природных, антропогенных и природно-антропогенных объектов, рекреационных, общественно-деловых и производственных зон, других производственных и транспортных объектов;
- оценка альтернативных предложений по размещению опасного производственного объекта или техническим решениям;
- определение степени опасности аварии на ОПО и (или) его составных элементах для выбора наиболее безопасных проектных решений;
- разработка и обоснование рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО и (или) его составных элементах.
- получение необходимых сведений об опасности аварии для разработки инструкций, технологических регламентов и планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на ОПО;

Задачи анализа риска на этапе ввода в эксплуатацию (вывода из эксплуатации) ОПО:

- выявление и идентификация опасностей аварии, оценка возможных последствий аварии, актуализация полученных ранее оценок риска аварии;

- уточнение степени опасности аварии на ОПО и оценка достаточности специальных мер безопасности в переходный период (ввод, вывод).

Задачи анализа риска аварий на этапе эксплуатации или реконструкции ОПО:

- оценка эффективности действующих систем управления промышленной безопасностью по изменению показателей опасности аварии.
- мониторинг непревышения установленной ранее степени аварийной опасности ОПО и оценка эффективности проектных решений по обеспечению промышленной безопасности на ОПО;
- разработка рекомендаций по обеспечению безопасности и, при необходимости, по снижению риска аварии;
- актуализация данных об основных опасностях аварий, в том числе, сведений, представленных в декларации промышленной безопасности, или в части оценки максимального возможного количества потерпевших для целей страхования ответственности;
- актуализация инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию, планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на ОПО;

В зависимости от цели и выбранных задач при планировании и организации анализа риска аварии определяются и(или) выбираются характерные для исследуемого ОПО показатели фоновых опасностей и(или) соответствующие критерии (достижения) допустимого риска аварии и(или) обосновываются иные требующие соблюдения уровни опасности.

На Этапе (2) идентификации опасностей аварий проводится определение:

- основных источников возникновения возможных инцидентов и аварий на ОПО, с выделением составных элементов ОПО и соответствующих технологических процессов;
- характерных причин возникновения возможных аварий и инцидентов на ОПО и (или) составляющих ОПО;
- типовых сценариев развития аварии на ОПО и (или) его составляющих.

Основные результаты идентификации опасностей аварии на ОПО:

- перечень инициирующих и последующих аварийных событий – всестороннее описание возможных проявлений опасности аварий на ОПО – пред и поставарийных событий, в т.ч. характерных инцидентов, и возможных разрушений сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемых взрывов и (или) выбросов опасных веществ;

- описание источников опасностей аварии, необходимых и достаточных условий возникновения и развития предаварийных событий, сценариев возможных аварий;
- предварительные оценки аварийной опасности обращающихся на ОПО веществ и энергии, качественные оценки характерных последствий для наиболее опасных и наиболее вероятных сценариев аварий;
- предварительные рекомендации по уменьшению опасностей аварий;
- качественная оценка возможности возникновения крупных промышленных аварий на ОПО.

На Этапе (3) оценки риска аварии осуществляется:

- качественная или (и) количественная оценка возможности возникновения и развития инцидентов и аварий на (составляющих) ОПО;
- качественная или (и) количественная оценка тяжести последствий и (или) ущерба от возможных инцидентов и аварий на (составляющих) ОПО;
- количественное или (и) качественное измерение опасности риском аварии в целом для ОПО и (или) для его составляющих.

Для оценки частоты инициирующих и поставарийных событий в анализируемых сценариях аварии используются:

- статистические данные по аварийности и травматизму на ОПО, по надежности технических устройств и технологических систем, соответствующие отраслевой специфике ОПО или виду производственной деятельности, технологическим особенностям;
- логико-графические методы анализа "деревьев событий", "деревьев отказов", имитационные модели возникновения аварий в технико-социальных промышленно-производственных системах [237,312 и др.];
- экспертные специальные знания в области аварийности и травматизма на ОПО в различных отраслях промышленности, энергетики, транспорта и строительства.

Оценка последствий и ущерба от возможных аварий включает описание и определение размеров возможных воздействий на людей, имущество и/или окружающую среду. Для этого оценивают физические эффекты аварийных событий (разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ и т.д.), уточняют объекты, которые могут

подвергнуться воздействиям поражающих факторов аварий. Для определения последствий и оценки ущерба от возможных аварий используются соответствующие модели аварийных процессов совместно с критериями поражения человека и групп людей, а также критерии разрушения технических устройств, зданий и сооружений.

Оценка риска аварии должна содержать качественные и(или) количественные характеристики основных опасностей возникновения, развития и последствий аварий на ОПО, и включать анализ неопределенности и точности полученных количественных значений показателей опасности аварии (далее – показатели риска) или качественных признаков аварийной опасности (в т.ч. крупных промышленных аварий).

На Этапе (4) для определения степени опасности аварий на ОПО проводятся сопоставительные сравнения значений рассчитанных показателей опасности и полученных оценок риска аварии с:

- установленным в нормативных документах допустимым уровнем риска аварии;
- требующимся уровнем риска аварии, обоснованным на этапе планирования и организации анализа риска аварий.
- фоновым риском аварии для внешнего окружения ОПО и/или с фоновым риском гибели людей в техногенных происшествиях;
- фоновым среднеотраслевым риском аварии для аналогичных ОПО или составляющих ОПО;
- значениями риска аварии на ОПО до и после возможных и фактических отступлений от требований промышленной безопасности, а также до и после возможного и фактического внедрения компенсирующих мероприятий;
- значениями риска аварии на других составных элементах ОПО. (Необходимость и полнота сравнительных оценок определяется задачами анализа риска).

В анализе риска аварии на ОПО приоритетными являются относительные сопоставления характерных для ОПО опасностей по показателям риска аварии, а не оценка соответствия рассчитанных значений риска аварии с требуемыми абсолютными уровнями риска аварии.

Установление степени опасности аварий на ОПО и определение наиболее опасных составных элементов ОПО необходимы для разработки обоснованных

рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО, особенно в части предупреждения крупных промышленных аварий.

Рекомендации по снижению риска аварии на ОПО являются одним из видов возможных мероприятий обеспечения промышленной безопасности на ОПО и могут иметь организационный и (или) технический характер (далее – меры безопасности).

Для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии на Этапе (5) необходимы основные результаты оценки риска аварии, установления степени аварийной опасности и определения наиболее опасных составляющих ОПО. При планировании и разработке обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО отдают приоритет мерам безопасности для наиболее опасных составных элементов ОПО.

Первоочередными мерами обеспечения промышленной безопасности являются способы предупреждения возникновения возможных инцидентов и аварий на ОПО, особенно ведущих к крупным промышленным авариям. Выбор рекомендаций по снижению риска аварии имеет следующие приоритеты:

(1) меры уменьшения возможности возникновения аварии, включающие:

- уменьшение возможности возникновения инцидентов;
- уменьшение вероятности перерастания инцидента в аварию;

(2) меры уменьшения тяжести последствий возможных аварии, включающие:

- уменьшение вероятности эскалации аварии (когда последствия какой-либо аварии становятся непосредственной причиной аварии на соседних составных элементах ОПО или других ОПО);
- уменьшение вероятности нахождения групп людей в зонах поражающих факторов аварий;
- ограничение возможности возрастания масштаба и интенсивности воздействия возникших поражающих факторов аварии;
- уменьшение вероятности развития аварии по наиболее опасным сценариям возможной аварий;

- увеличение надежности и эффективности системы противоаварийной защиты, средств активной и пассивной защиты от воздействия поражающих факторов аварии;

(3) меры обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий.

При проектировании ОПО приоритетными являются меры безопасности, обеспечивающие пассивную защиту эффективным расстоянием (т.е. включая физические барьеры) от опасного воздействия поражающих факторов возможных аварий. При эксплуатации ОПО приоритетными являются меры безопасности, обеспечивающие активную защиту от перерастания опасности аварии в угрозу аварии с причинением ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Для обоснования и оценки эффективности разработанных рекомендаций по снижению риска аварии следует придерживаться следующих альтернативных способов их оптимизации:

1) при доступных ресурсах и располагаемых средствах обеспечить максимальное снижение риска аварии при долгосрочной эксплуатации ОПО;

2) обеспечить снижение риска до требуемого уровня (в т.ч. допустимого или фонового с обоснованным коэффициентом запаса) на краткосрочный период при минимальных затратах.

В целях обоснования безопасности ОПО при отступлении от требований промышленной безопасности и обосновании мероприятий, компенсирующих эти отступления, результаты анализа риска аварии ОПО используются в порядке, указанном выше в подразделах 3.2, 3.3 и 3.4:

Анализ риска аварии проводится с использованием основных и специальных методов исследования опасностей аварий. При выборе методов анализа риска аварии учитывают цель и задачи анализа, сложность рассматриваемых объектов, наличие необходимых данных и квалификацию привлекаемых специалистов. Основным научным методом исследования в анализе риска является моделирование процессов возникновения и развития аварии на ОПО. На этапе идентификации опасности в основном применяются индуктивные, а на этапе оценки риска преимущественно дедуктивные методы исследования аварийной

опасности. Вместе с тем по типу измерения опасности, методы оценки риска аварии условно разделяют на количественные, качественные и полуколичественные. Совокупность прикладных подходов по исследованию отдельных характерных особенностей аварийных процессов объединяют в специальные методы проведения анализа риска.

3.6 Основные выводы к главе 3

По результатам риск-ориентированного анализа опасностей крупных промышленных аварий разработано новое методическое обеспечение риск-ориентированного обоснования безопасности, включающее: (1) актуализированную терминологию анализа опасностей и оценки риска аварий, (2) модель обеспечения условий безопасной эксплуатации при отступлении от действующих требований промышленной безопасности, (3) методику установления допустимого риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мер безопасности и (4) процедуру категорирования ОПО НГК по степени риска КПА, базирующиеся на следующих ключевых положениях проведенного исследования:

1. Из контент-анализа правовых и технических документов выявлены новые пореформенные тенденции отечественного нормотворчества:

— слово «риск» во многих случаях используется как синоним «опасности» для усиления восприятия угроз;

— понятие «безопасность» во многих случаях употребляется без обозначения структуры предупреждаемых опасностей;

— о терминологической неустойчивости национального законодательства в сфере обеспечения безопасности свидетельствует превышение количества основополагающих нормативов над прикладными и методическими.

2. С современных позиций системного анализа безопасности технико-социальных производственных систем уточнен понятийный базис и упорядочена риск-ориентированная терминология в сфере промышленной безопасности.

3. Инструментарий измерения опасности (оценка риска аварии на ОПО НГК) не может дать достоверное исчерпывающее заключение о безопасности ОПО НГК. Безопасность – это не механистическое отсутствие опасности, а системное свойство технико-социальной системы «источник опасности – рискующие» функционировать в условиях меняющихся опасностей и угроз. Опасности объективны, а безопасность – культивируемое системное свойство по противодействию угрозам.

4. В риск-ориентированном подходе в промышленной безопасности ОПО НГК необходимо различать информационную социально-инженерную технологию «управление риском» (воздействие на представления об опасностях и угрозах) и организационно-техническое управление непосредственно ОПО НГК, контролируемое анализом опасностей с оценкой риска аварии.

5. Модернизация индустриальных норм безопасности через обоснованное отступление от действующих требований промышленной безопасности допустима только после всестороннего анализа опасностей КПА и угроз от изменения норм: (1) необходимо компенсировать снижение противоаварийной защищенности из-за анализируемого отступления от исполнения действующего требования, с помощью других адекватных дополнительных требований безопасности, и/или изменением структуры оставшихся ограничений; (2) достаточно доказать отсутствие снижения защищенности вследствие неучтенного изменения структуры опасностей аварии и неактуальности отдельных аварийных угроз.

6. Основным критерием обеспечения безопасной эксплуатации ОПО НГК следует рассматривать совокупность предельных значений параметров безопасной эксплуатации и условий невозникновения аварийных угроз КПА при исполнении действующих требований промышленной безопасности.

7. Критерии допустимого риска аварии необходимо устанавливать в соответствии с отраслевым уровнем аварийных угроз, в т.ч. КПА на ОПО НГК. Вследствие значительного разнообразия возможных причин аварий, сценариев их возникновения и развития, широкого спектра возможных последствий

промышленных аварий, установление абсолютно одинаковых критериев допустимого риска аварии для разных ОПО НГК не представляется возможным: допустимый риск аварии, как мера приемлемой опасности, не может приниматься единственным критерием обеспечения промышленной безопасности ОПО НГК.

8. Оцениваемые показатели риска аварии на ОПО НГК целесообразно в первую очередь использовать для ранжирования составляющих ОПО НГК по степени опасности и обоснования приоритетов в мероприятиях по обеспечению безопасного функционирования ОПО НГК (риск-ориентированный подход). На основе сравнения показателей риска со среднестатистическим (фоновым) уровнем риска аварии может определяться степень опасности составляющих ОПО НГК, и устанавливаться необходимость и приоритеты внедрения организационно-технических мероприятий обеспечения и повышения безопасности на ОПО НГК.

9. Редукционная схема реформы технического регулирования безопасности через товарооборот опасной продукции принципиально отличается от традиционного способа обеспечения промышленной безопасности, когда технические и организационные меры безопасности применяются непосредственно в системе «источник опасности - рискующие», и в первую очередь соответствуют уровням актуальных аварийных угроз, в т.ч. КПА на ОПО НГК, а не потребительскому спросу на производимую продукцию.

Таким образом, для современной промышленной России сегодня необходима защитная модернизация традиционной схемы обеспечения промышленной безопасности – с дополнением ее инструментами анализа опасностей и оценки риска для распознания и предупреждения актуальных угроз крупных промышленных аварий. В следующей главе рассмотрим эту методическую проблему в контексте разработки и внедрения Комплексной Системы Риск-Ориентированного предупреждения и прогнозирования угроз в первую очередь крупных промышленных аварий (КСР-О) в системе поднадзорных ОПО российского НГК.

Глава 4 Разработка комплексной системы риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий

4.1 Сфера промышленной безопасности в системе национальной безопасности постиндустриальной России

Промышленное производство – определяющий базис современной индустриальной цивилизации. Задуманная еще в прошлом веке сфера промышленной безопасности создавалась в России на рубеже веков для защиты отечественного хозяйства от угроз крупных промышленных аварий, обусловленных во многом несоответствием сложности больших технических систем и доступного инструментария обеспечения их технической надежности и организационной устойчивости. Такие аварии происходили и происходят в наиболее энерговооруженных отраслях промышленности, опасные производственные объекты которых исторически и попадают в сферу государственного надзора за безопасным ведением работ.

Сфера промышленной безопасности непосредственно затрагивает большие технико-социальные системы (промышленность, транспорт, строительство, энергетика), инерционно окружает и сопровождает их при становлении, развитии, модернизации. Безопасный труд – важнейшее достижение технической культуры, эта цивилизационная оболочка производства оберегает жизнь и здоровье человека в индустриальную эпоху.

Современный человек живет «в трех мирах» - в мире природы, техники и людей (поэтому обычно выделяют естественные, технические и гуманитарные науки). В этих «мирах» возникают основные опасности и вызревают ключевые угрозы жизнеспособности общества и государства, как главной организующей силе. Обычно выделяют и отдельно исследуют природные, техногенные и антропогенные (социальные) опасности. Накопление знаний и представлений о таких опасностях («карты опасностей») позволяют создавать и обслуживать соответствующие защитные системы обеспечения безопасности. Важно

различать, что в методическом плане опасностей всегда много, а безопасность – одна (в национальных государствах ее называют – «национальная безопасность»). В законодательной практике наоборот исторически сложились многочисленные названия различных «видов безопасности». Отдельные подсистемы обеспечения национальной безопасности принято называть или «симметрично» по виду упреждаемой ими опасности (например, радиационная безопасность, пожарная безопасность, продовольственная безопасность), или по имени объекта защиты (например, экологическая безопасность, экономическая безопасность, информационная безопасность), или по определению рассматриваемой системы «источник опасности – рискующие» (общественная безопасность, промышленная безопасность). Схематично сфера обеспечения промышленной безопасности в системе национальной безопасности России представлена на Рис. 59.

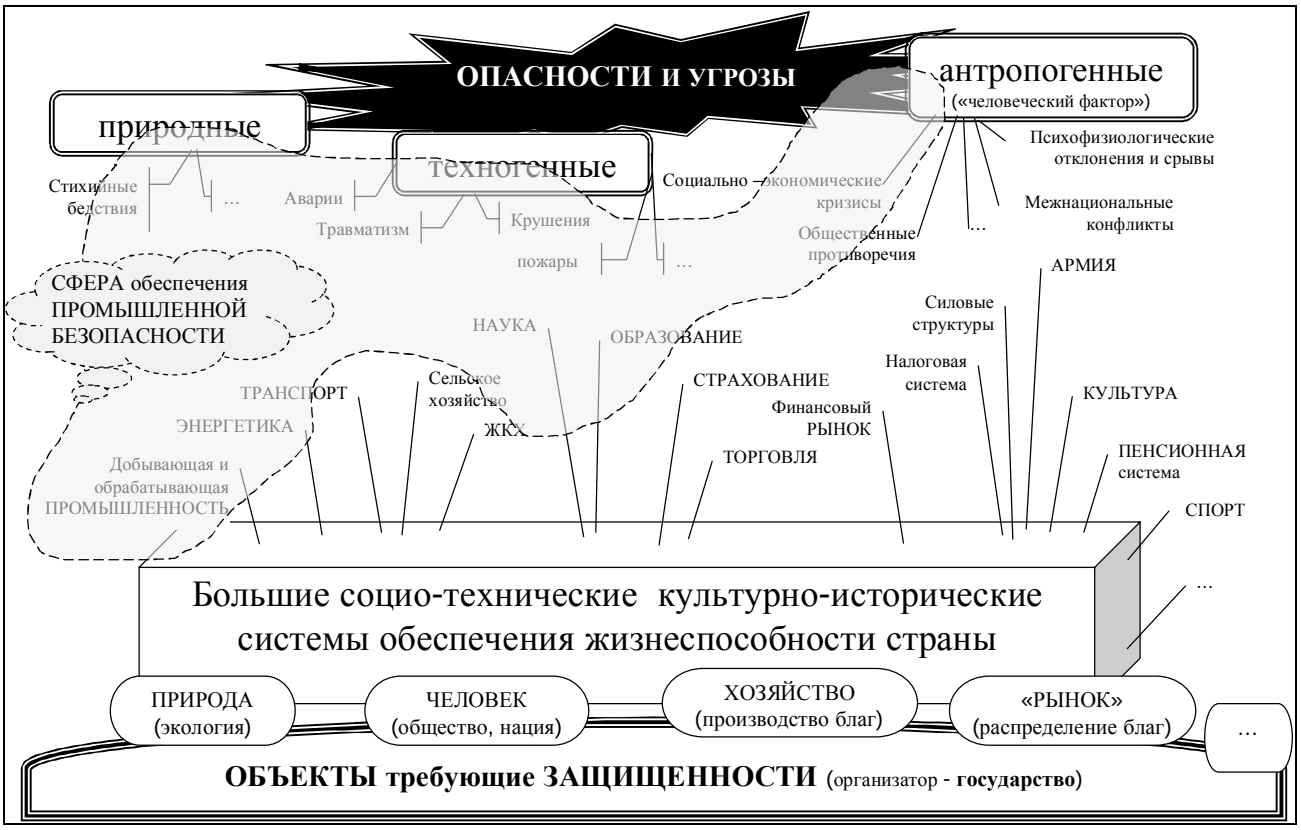


Рис. 59. Сфера обеспечения промышленной безопасности в системе национальной безопасности постиндустриальной России

Основная задача в сфере обеспечения промышленной безопасности – формулировать и ставить запреты на перерастание опасности производственных объектов в угрозу возникновения промышленных аварий, в первую очередь -

крупных. Под угрозой понимают актуализированную опасность, особое свойство непосредственно предаварийного неустойчивого пограничного состояния ОПО.

Опыт крупных промышленных аварий показал (см. главы 1-2 выше), что в сложных технико-социальных системах только традиционной техники безопасности оказывается недостаточно. Сильно упрощая можно сказать, что техника безопасности фокусируется на локальной человеко-машинной системе и в этом смысле базируется на знаниях о надежности технических элементов и о психологии человека-оператора. Для управления сложными технико-социальными системами (типичный пример – опасный производственный объект, или шире – система поднадзорных опасных производств) необходимы уже не только технические знания, поэтому промышленная безопасность непосредственно пересекается с обществоведческими науками.

В советские времена техника безопасности выступала основным инструментарием обеспечения безопасного труда в промышленности. Под техникой безопасности понимается одна из составляющих охраны труда, представляющая собой систему организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов. Считалось, что техника безопасности была призвана решать две основные задачи: способствовать созданию малоопасных машин и инструментов, и разрабатывать специальные средства защиты работающего, при этом особо уделялось внимание техническому обучению людей безопасным приемам работы и использованию средств защиты, а также общим вопросам организации безопасной работы. Советский тип экономики, «не ориентированной на прибыль играл огромную роль в сфере безопасности техносферы. Ее уничтожение не принесло никаких надежд на обещанную экономическую эффективность, но социальные утраты – налицо. И одна из них – утрата надежности, безопасности» [97]. Возрастающая сложность модернизируемых технико-социальных систем перерастает традиционный инструментарий обеспечения безопасности. В постиндустриальном обществе с его сравнительно высоконадежной техникой сами аварии стали другими. Например, «в Чернобыле

отказала не техника, а «человеческий фактор», сложилась такая система действий персонала, которая в расчетах была оценена как невероятная (точнее, как событие с ничтожной степенью вероятности). Если бы люди нарочно старались взорвать станцию, они не сумели бы все сделать с нужной точностью» [97].

В России на рубеже XX-XXI вв. наметились переходы от техники безопасности к обеспечению промышленной безопасности, от стихийно-рыночных «методов пожарной команды» к обеспечению пожарной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях – это хорошо прослеживается, например, в новеллах российского законодательства середины 1990-х гг.: приняты и действуют актуализируемые федеральные законы «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

В индустриальную эпоху освоенная трудом энергия принесла человеку не только заслуженный отдых и жизненный уют, но и шлейф аварийных потерь (и в индустриализме блага создаются «кровью и потом»). Внутрипроизводственная саморегуляция здесь не помогала. Откликом на этот вызов стали внешнепроизводственные, как правило, государственные функции надзора за безопасностью труда в промышленности (см. выше в главах 1 и 2 исторические примеры создания надзорных госструктур после трагических уроков КПА).

В зрелой фазе индустриализма ситуация обострилась — крупные промышленные аварии стали не только наносить тяжелый ущерб собственно производству, но порождать в образах аварий неадекватный опасности страх (технофобии) к промышленной деятельности вообще. Тогда многие защитные функции создать и сохранить успели, избежав тяжелых единовременных потерь от аварий: государственные полномочия в сфере обеспечения промышленной безопасности исполнял Госгортехнадзор, сейчас Ростехнадзор (в разгар реформы технического регулирования статус и полномочия надзорного органа были снижены). Но контроль над техностраховами масс обывателей утрачивался. Только в последнее время МЧС России и Ростехнадзор упорядочивают эти функции,

устраняя опасную стихию на информационном рынке. Хорошо известно, что хозяйство лишь тогда становится рыночным, если земля, деньги и труд превращаются в товар. Безопасный труд дорог и в абсолютно свободном рынке как товар неконкурентоспособен. Требуется его внерыночная защита.

Безопасность и в кризисе остается проверенным показателем жизнестойкости больших и долгосрочных социотехнических систем и институтов в (пост)индустриальных обществах. В сфере промышленной безопасности на первый план выдвигается угроза крупных промышленных аварий, которая большой индустриальной стране угрожает архаизацией и аномией «беспромышленной опасности». Осваивая инструменты постмодерна по мере сил и возможностей необходимо способствовать укреплению государственных институтов, обеспечивающих жизнеспособность индустриальной России. Как когда-то государство охранило промышленность от аварий, так и сегодня необходимо помочь государству наладить план безопасного предотвращения постиндустриальных угроз нашей стране. Как шунтирующий, пилотный проект эта задача может и должна решаться комплексно в системе поднадзорных опасных производственных объектов по риск-ориентированному предупреждению и прогнозированию опасностей и угроз в первую очередь КПА в индустриальном базисе современной России – в отраслевойсистеме ОПО НГК.

Опасности промышленных аварий и особенно катастрофических КПА могут достаточно быстро перерастать в реальные угрозы технологической стагнации и промышленного развития. Поэтому все индустриальные страны создают, обслуживают и совершенствуют национальные системы обеспечения промышленной безопасности с подсистемами предупреждения угроз КПА. Предотвращение перерастания аварийной опасности в угрозу возникновения КПА – актуальная научно-методическая задача в промышленной безопасности.

Для распознания будущих угроз обычно применяют два метода. Сначала, как радаром, обегают как можно более широкую область возможных опасностей,

нанося на «карту рисков»[1] примерные контуры будущих угроз и классифицируют их по степени опасности. Затем, как прожектором, более подробно исследуют наиболее опасные области составленной «карты риска».

Когда составляют легенду «карты риска», то для классификации степени опасности применяют относительные критерии. Например, для целей риск-ориентированного надзора ОПО НГК разделяются по степени опасности на объекты чрезвычайно высокой, высокой, средней и малой опасности. Другим примером использования относительных критериев опасности являются известные из деклараций промышленной безопасности ситуационные планы распределения риска гибели людей при авариях на площадке исследуемого ОПО НГК [305]. Зачастую подобные относительные (сравнительные) критерии опасности ошибочно принимают за абсолютные критерии приемлемости угроз (упрощают безопасность недопустимым риском – см. подробнее главу 3 выше).

В заключение подраздела отметим, что в новой России методические вопросы анализа техногенного риска имеют уже и свои признанные традиции в сфере обеспечения промышленной безопасности. Так московская научно-инженерная школа «Промышленная безопасность» сформировалась в середине 1990-х гг. на основе инновационных исследований и разработок Научно-технического центра исследований проблем промышленной безопасности (далее - НТЦ ПБ). Тогда в ходе предполагаемых реформ надвигалась серьезная угроза реализации крупных промышленных аварий в разгосударствляемых отраслях промышленности России (НГК, ТЭК). Требовался научный подход по локализации возможности роста аварийности и травматизма в промышленности, который пессимистично прогнозировали многие эксперты. Требовала методического решения задача смягчения угроз промышленных аварии в ходе реформ. Как ведущая научная организация в области промышленной безопасности, НТЦ ПБ широко известен своими научными и практическими достижениями в области обеспечения безопасной эксплуатации ОПО

[1] Наглядный пример современной «карты риска» - Risk Interconnection Map (RIM) содержится в ежегодных докладах Всемирного экономического форума (ВЭФ) «Глобальные риски» (Global Risk Report) см., например, за 2015 г. здесь http://reports.weforum.org/global-risks-2015/#read

(нефтегазовый комплекс; объекты горнорудной и нерудной промышленности, объекты подземного строительства; химическая промышленность; металлургия). Силами ученых и специалистов НТЦ ПБ разработаны правовые, нормативные, технологические, экономические и другие основы регулирования промышленной безопасности, которые закреплены в федеральных законах, постановлениях Правительства России, нормативных правовых актах и других методических документах. К наиболее значимым разработкам относятся Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [76], а также нормативные и методические основы обоснования безопасности опасного производственного объекта, декларирования и экспертизы промышленной безопасности, анализа опасностей и оценки риска аварий [190,191,220,233,263,267,234,268,269,272 и др.].

Отнормированные методические подходы прошли апробацию многолетней практикой обеспечения промышленной безопасности и стали основой разрабатываемого и внедряемого Ростехнадзором в 2010-х гг. риск-ориентированного подхода обеспечения промышленной безопасности, как ответа на кризисные проявления крупных промышленных аварий в переходный период 1990–2000-х гг. Условно можно выделить следующие этапы концептуальной подготовки разработки и внедрения риск-ориентированного подхода в Ростехнадзоре и системе поднадзорных опасных производств:

— этап 00: 1996–2011 гг. («подготовительный»). От Методических указаний по проведению анализа риска опасных промышленных объектов, утвержденных Госгортехнадзором России 12.07.1996 г. (РД 08-120-96 [232]) до руководящих принципов риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасной эксплуатации ОПО, одобренных Президиумом Правительства РФ 28.07.2011 г. в «Концепции совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 г.»;

— этап 01: 2012–2014 гг. («исследовательский»). Разработка концепции комплексной системы выявления, анализа и прогнозирования опасностей

промышленных аварий, оценки риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах, в том числе на объектах ТЭК и смежных отраслей (ГосКонтракт № 32-ГК/2014 от 27.06.2014 г. [322]);

— этап 02: 2015–2025 гг. («опытно-прикладной»). Разработка и совершенствование концепции, создание и внедрение информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз промышленных аварий (выявления и прогнозирования угроз аварий, анализа опасностей и оценки риска аварии на ОПО НГК и смежных отраслей промышленности), разработка научно-методического обеспечения анализа состояния защищенности от аварий на ОПО НГК.

В следующих подразделах рассмотрим основные составляющие, концептуальные методические принципы и законодательные положения разрабатываемой и внедряемой в сфере промышленной безопасности Комплексной информационно-аналитической Системы Риск-Ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий на ОПО НГК (КСР-О).

4.2 Методические предпосылки дистанционного надзора за высокоопасными производственными объектами нефтегазовой промышленности

Как важное направление в российской госполитике начала 2010-х гг. декларировалось повышение уровня промышленной безопасности при одновременном устранении избыточных административных барьеров для деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. В качестве инструментального обеспечения поставленной задачи предлагался разрабатываемый риск-ориентированный подход в контрольно-надзорной деятельности Ростехнадзора, в т.ч. в современных информационно-аналитических формах дистанционного надзора.

Дистанционный надзор за наиболее опасными и(или) труднодоступными производственными объектами впрямую следует из основных функциональных задач обеспечения промышленной безопасности, как комплекса правовых,

экономических, организационных, технических и технологических мер, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и на локализацию и ликвидацию последствий этих аварий, включающими следующие функции, непосредственно затрагиваемые дистанционным надзором:

— организация и осуществление производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на ОПО;
— своевременные диагностика, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, применяемых на ОПО;
— создание и функционирование на ОПО систем управления промышленной безопасностью;
— создание систем наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии на ОПО;
— техническое расследование причин аварий на ОПО (в т.ч. сбор и анализ данных по инцидентам и авариям);
— федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности;
— функционирование необходимых систем контроля производственных процессов;
— экспертиза промышленной безопасности (в т.ч. анализ опасностей технологических процессов).

Дистанционный надзор обеспечивает решение задач «обычного» надзора (перечислены выше), но позволяет собирать и анализировать значительно больший объем информации об опасностях на ОПО. Чтобы такая «доаварийная» информация не оставалась «просто сведениями» и могла быть использована для предотвращения перерастания инцидентов в аварии (опасностей в угрозы), в рамках риск-ориентированного подхода поставлена первоочередная задача дистанционного надзора – мониторинг и автоматизированный сбор сведений о текущих значениях эксплуатационных параметров опасного производственного объекта для последующей оценки «мгновенного» уровня аварийной опасности

дистанционно контролируемого ОПО (на схеме Рис. 63 ниже соответствует «Блоку сбора сведений об опасностях аварий на ОПО»).

Кроме того, в рамках дистанционного надзора целесообразно фиксировать и накапливать хронологические данные о следующих специальных показателях изменения аварийной опасности на производственном объекте:

— соотношение между числом инцидентов и аварий на ОПО (соотношение между «тяжелыми» и «легкими» инцидентами);
— количество отклонений и нарушений технологического режима (оценивается по мониторингу основных технологических параметров);
— число резких/существенных изменений технологических параметров (переходов в разные проектные режимы эксплуатации);
— количество критических и докритических отказов основного технологического оборудования (в т.ч. скорость изменения его износа);
— количество и тяжесть ошибок операторов, фиксируемых независимой системой дистанционного производственного контроля.

Дистанционный надзор должен быть сосредоточен на мониторинге событий-предвестников инцидентов и аварий. В процедурах и методиках анализа опасностей и оценки риска аварий это задача соответствует анализу причин возникновения аварий/инцидентов (см. подробнее подраздел 3.5).

Таким образом, на первоначальном этапе необходимо для конкретного ОПО (типовых ОПО) выделить основные события-причины возникновения инцидентов/аварий и ранжировать их по степени критичности, например, следующими специальными методами:

— анализа опасностей технологических процессов;
— анализа минимальных отсечных и пропускных сочетаний «деревьев отказов»;
— графоаналитического, структурно-логического или имитационного моделирования возникновения инцидентов и аварий на ОПО [311,312].

В любом случае первоначально для такого ранжирования событий-предпосылок должна быть разработана адекватная модель

возникновения инцидента/аварии на конкретном ОПО (в группе типовых ОПО). Подавляющее большинство существующих отраслевых специализированных методик оценки риска аварий такие модели в явном виде не содержат (в качестве исходных данных используются в лучшем случае среднестатистические данные об аварийности) и фокусируют свой анализ на поставарийных событиях развития аварийных ситуаций (как правило, анализ «деревьев событии»). Исключением здесь может служить пример балльной оценки степени риска аварий на магистральных трубопроводах (значимость влияния причин аварий уже задана в них весовыми коэффициентами) [263,264], а также имитационные модели возникновения аварии на ОПО [160,312].

Имея ранжированный перечень событий-предпосылок возникновения инцидентов/аварий разрабатывается соответствующий перечень показателей, непосредственно характеризующих эти предаварийные состояния. Основой для таких показателей возникновения инцидентов и аварий должны стать автоматизировано собираемые сведения о текущих значениях эксплуатационных параметров ОПО (или их изменениях) в том числе в рамках дистанционного надзора за наиболее опасными или удаленными производственными объектами нефтегазовой промышленности.

4.3 Постиндустриальные комплексы исследований промышленных опасностей в европейских и российских технологических платформах

Современные системы предупреждения КПА невозможны без исходных данных о текущем состоянии промышленных опасностей. Сбор и накопление таких сведений в последнее время предлагается осуществлять, в том числе и посредством постиндустриальных т.н. технологических платформ.

Под технологическими платформами (ТП) понимают «коммуникационный инструмент, направленный на активизацию усилий по созданию перспективных коммерческих технологий, новых продуктов (услуг), на привлечение дополнительных ресурсов для проведения исследований и разработок на основе

участия всех заинтересованных сторон, совершенствование нормативной правовой базы в области научно-технологического, инновационного развития».

Разработчики будущих российских аналогов отмечают, что «европейские технологические платформы созданы в качестве промышленно ориентированных коммуникационных площадок для определения средне и долгосрочных исследовательских и технологических целей, а так же разработки дорожных карт, обеспечивающих достижение этих целей». Отечественная технологическая платформа «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» (ТП КБПЭ[1]) утверждена на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (протокол от 31 июля 2013 №2). Согласно организационной декларации ТП КБПЭ «является добровольным самоуправляемым сообществом, объединяющим участников с различными функциями для определения средне и долгосрочных направлений развития и обеспечения эффективного использования совокупного научного и ресурсного потенциала участников с целью совершенствования нормативной правовой базы, активизации и координации исследований и разработок, формирования и расширения рынков продукции и услуг в области комплексной безопасности промышленности и энергетики».

Российские инноваторы утверждают: "Принципы функционирования российской технологической платформы Комплексная безопасность промышленности и энергетики (ТП КБПЭ) в высокой степени соответствуют Европейской ТП «Industrial Safety» (ETPIS)" – на проектном этапе совпадал даже период действия до 2020 г. Кратко перечислим основные принципы функционирования ETPIS[2] и перспективы российской ТП ТП КБПЭ.

Философская база ETPIS – идеологизированное евроцентристское учение об «обществе риска» У. Бека [157], паразитирующее на «врожденных» технофобиях евроиндивидов. Современной России эти представления впрямую пока не касаются (и вряд ли коснутся в ближайшие десятилетия – см. подробнее

[1] http://techppe.ru
[2] http://industrialsafety-tp.org

подраздел 2.1). Однако чисто технологические наработки ETPIS, очищенные от индивидуалистических догм, обязательно нужно изучать и использовать, но без идеологического фильтра евроцентризма.

Европрограмма ETPIS построена по упрощенной логике экономического роста путем побеждения конкурентов, устраняемых экологическими страхами – известная глобальная программа «зеленых». В ETPIS взята та же структура системы устранения конкурентов, что и у «зеленых» – неконкурентоспособными посредством «признанных научных исследований» объявляются промышленные предприятия и отрасли с высоким риском промышленных аварий. Уровень такого риска будет задаваться из евроцентра «управления риском» (см. например, европодпроект IRBS[1] на 8.5M€ и TOSCA[2] на 3.15M€) для отсечения наиболее евроопасных конкурентов (или контроля над ними с помощью контролируемого барьера «высокий риск промышленных аварий»).

Подобно «зеленым», европрограмма ETPIS сначала раскручивает общественное мнение о безопасном производстве «европейского типа». Инсайдерский бизнес охотно подхватывает эту тему и выпускает конкурентоспособные товары и услуги с ярлыком «без промышленного риска». Для разработки этого направления действуют подпрограммы SAF€RA[3] (ЕС финансирование 1.5M€ на 2012-2015 гг.) и iNTeg-Risk[4] (13,5 M€) и др.

Каких либо конкретных и детальных показателей риска для «раннего обнаружения промышленных аварий» ETPIS не содержит (планируется, что будут разработаны к 2020 г.). Из пилотных примеров таких показателей перечислены разрозненные параметры из области диагностики и неразрушающего контроля (на примере обрушения мостов). Для химической промышленности предлагается следить за «скоростью реакции, давлением, температурой и вибрацией». Планируется также проверять, как будут действовать системы раннего обнаружения утечек (датчики загазованности).

---

[1] http://www.vce.at/iris/index.html
[2] http://www.toscaproject.eu
[3] http://www.safera.industrialsafety-tp.org
[4] http://www.integrisk.eu-vri.eu

Программа ETPIS – это форма финансовой, идеологической и методической поддержки сетевых европейских институтов (бизнес, наука, госорганы) на платформе риск-менеджмента (а скорее идейного «управления риском») по вытеснению и закреплению конкурентов (например, российского ТЭК) на периферии европейского пути развития. Впрямую копировать ETPIS в России в форме ТП КБПЭ – нельзя (у нас нет ни таких материальных ресурсов и кадровых возможностей, отечественные техно-социальные институты у нас совсем другие и на другой стадии развития/деградации).

В РФ были пока только неудачные попытки переноса т.н. «лучших практик» анализа риска из атомной в нефтегазовую отрасль. Например, вероятностный анализ безопасности (ВАБ) для магистральных нефтепроводов потерпел неудачу (Транснефть в 2006 г. специальным приказом отменила новейшую методику ВАБ для магистральных нефтепроводов, как непригодную для практики) из-за качественной разнородности опасностей объектов атомной промышленности и магистрального транспорта нефти и нефтепродуктов.

Целесообразно формировать российскую технологическую платформу ТП КБПЭ на основе отечественных риск-ориентированых подходов обеспечения промышленной безопасности, в том числе в рамках дистанционного надзора за наиболее опасными или удаленными производственными объектами нефтегазовой промышленности. Риск-ориентирование в настоящих и в будущих опасностях крупных промышленных аварий, в первую очередь, требует наличия классификатора спектра аварийных происшествий и уровней аварийных опасностей на ОПО НГК.

4.4 Разработка методических подходов для классификации аварийных происшествий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса

Аварийное происшествие на ОПО НГК (происшествие) – событие нарушения требований промышленной безопасности на ОПО НГК с наступлением или возможностью наступления негативных последствии. По тяжести последствий

различают следующие происшествия: авария, инцидент, предпосылка к инциденту, нарушения в системе управления промышленной безопасностью (СУПБ), в производственном контроле (ПК) и(или) опасные отклонения технологических параметров (т.е. их отклонения в область опасных значений).

Российская законодательная практика классификации техногенных происшествий позволяет подразделять их на 5 категорий чрезвычайных ситуаций (Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304), выделяя среди ЧС отдельно аварийные разливы нефти и нефтепродуктов (приказ МПР России от 03.03.2003 № 156).

Международные подходы по классификации крупных аварий рассматривались выше в подразделе 1.3 главы 1. Аварийные происшествия также определены в международной практике для общих типов опасных производств, например:

«промышленная авария» - событие, возникающее в результате неконтролируемых изменений в ходе любой деятельности, связанной с опасными веществами на промышленном объекте либо при транспортировке (Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий);

«события, характеризующиеся последствиями» – несчастный случай со смертельным исходом, имущественный ущерб свыше 500 тыс $, масштабная эвакуация людей, ущерб за пределами производственной площадки; (CSB, Закон США «О чистом воздухе»);

«авария» - происшествие, приведшее к нескольким смертельным случаям и/или серьезному ущербу возможно за пределами самого объекта (Указания по контролю опасности возникновения крупномасштабных аварий, СОМАН, НПА 1999 № 743);

«незапланированный или неконтролируемый выброс какого-либо вещества с последствиями» – травма трудоспособности и/или смерть, эвакуация населения, пожар или взрыв с прямыми потерями более 25 тыс $, превышение пороговых выбросов» (IOGP. Производственная безопасность. Практические рекомендации по основным показателям эффективности;

«события с последствиями» - смертельный исход или травма госпитализацией, более 50 тыс $, выброс веществ, непреднамеренный пожар или взрыв» (PHMSA. Управление по безопасности транспорта опасных веществ США).

Наиболее детально классификация аварийных происшествий на ОПО НГК, а конкретнее - для объектов нефтеперерабатывающей промышленности представлена в стандарте ANSI/API RP754 [313], где используемые аварийные уровни классификаций очень близки к понятиям «авария» и «инцидент» в терминах федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ФЗ-116 [76]):

аварийный уровень - незапланированный или неуправляемый выброс вещества (вкл. нетоксичные и негорючие), который приводит к одному или нескольким последствиям: травма с потерей трудоспособности или смертельный случай; эвакуация населения; пожар или взрыв, причинивший прямые убытки компании более 25 тыс. $; выброс в количестве, превышающем пороговые значения для аварий;

предаварийный уровень - нарушение целостности первичной защитной оболочки с меньшими последствиями - незапланированный/неуправляемый выброс вещества, который приводит к следующим последствиям: регистрируемая травма; пожар или взрыв, причинивший прямые убытки компании в размере 2,5-25 тыс. $; выброс в количестве, ниже пороговых значений для инцидента.

Крупные промышленные аварии – наиболее опасная часть всех регистрируемых аварий, которые важно отличать от их предвестников – инцидентов и предаварийных ситуаций. Эта граница условно показана на пирамиде регистрируемых происшествий на ОПО НГК между «авариями» и «инцидентами» (Рис. 60).

Впрямую заимствовать положения ANSI/API RP754 [313] для классификации аварийных происшествий на отечественных ОПО НГК не представляется возможным, вследствие особенностей сложившихся трактовок нештатных событий (ср. определения аварии и инцидента по ФЗ-116 [76] на Рис. 60), а также

отсутствия в [313] критериев для линейных ОПО НГК (линейная часть магистральных газопроводов, нефте- и нефтепродуктопроводов, промысловых трубопроводов, продуктопроводов и сетей газораспределения/газопотребления). Критерии разграничения аварий и инцидентов для нефтеперерабатывающей промышленности из [313] могут быть условно распространены на все площадочные объекты ОПО НГК, вследствие высокой степени подобия типовых аварийных опасностей обращающихся жидких и газообразных углеводородов, о чем свидетельствует в т.ч. обширный российский опыт декларирования промышленной безопасности ОПО НГК (255,305,314 и др.). К линейным и площадочным ОПО НГК относятся опасные производственные объекты нефтегазодобывающей промышленности, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности, нефтепродуктообеспечения, магистральных газопроводов и подземного хранения газа, магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, газораспределения и газопотребления.

Рис. 60. Пирамида регистрируемых аварийных происшествий на российских ОПО НГК за 2012–2016 гг. (по данным Ростехнадзора)

Выброс опасных веществ, обращающихся на ОПО НГК – ключевое аварийноопасное событие (происшествие), предваряющее возникновение и развитие аварии на ОПО НГК: от быстролокализуемых инцидентов до сценариев крупных аварий. Аварийноопасный (т.е. непредусмотренный технологическим регламентом и (или) проектной документацией) выброс опасных веществ

происходит при разрушении сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО НГК, их отказе, повреждении или отклонении от установленного режима технологического процесса.

При классификации аварий и инцидентов на ОПО НГК важно различать два типа выбросов опасных веществ – контролируемые и неконтролируемые. Начнем с классификации более аварийноопасных, неконтролируемых. К ним, в соответствие с определением аварии (по ФЗ-116 [76] см. на Рис. 60 и в словаре терминов в приложении), относятся все выбросы опасных веществ, возникающие при разрушении сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО НГК (независимо от тяжести дальнейших последствий распространения собственно выброса). Тяжесть аварии в данном случае обуславливает допущенный ущерб от разрушения сооружений или технических устройств (далее – разрушение). Ущерб от разрушения на ОПО НГК в отличие от долгорассчитываемого долларового эквивалента ANSI/API RP754 [313] в 25 тыс. $, может быть достаточно быстро оценен временем аварийного простоя, – для непрерывных производств, как правило, превышающим трое суток. Разрушение на ОПО НГК – полное или близкое к полной утрате эксплуатационного состояния сооружения или технического устройства, приведшее к немедленной (нештатной, незапланированной или аварийной) остановке технологического процесса сроком более чем 72 часа и требующее проведения ремонта по приведению (восстановлению) сооружений или технических устройств в соответствие с нормативно-технической документацией. Другими аспектами, указывающими на опасность аварийного события при выбросе опасных веществ и не обусловленного исключительно разрушением, являются следующие признаки аварии при неконтролируемом выбросе ОВ:

(1) пожар на ОПО НГК (пожар) – неконтролируемое горение ОВ или любое возгорание при разрушении сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО НГК, независимо от наличия пламени, включая задымление, обугливание, дымообразование, опаливание, коксование, карбонизацию или их очевидные признаки, причинившее материальный ущерб,

вред жизни и здоровью человека, жизненно важным интересам личности и общества;

(2) взрыв (прямо указан в ФЗ-116 [76]) – неконтролируемый быстропротекающий процесс выделения энергии, связанный с физическим, химическим или физико-химическим изменением состояния вещества, приводящий к резкому динамическому повышению давления или возникновению ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов, способных привести к разрушительным последствиям (согласно Руководства по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей», утв.приказом Ростехнадзором31 марта 2016 г. № 137);

(3) Несчастный случай (НС) на ОПО НГК: групповой НС и/или НС со смертельным исходом; НС с тяжелыми последствиями (при разрушении, пожаре на ОПО НГК, взрыве и/или выбросе ОВ на ОПО НГК);

(4) загрязнение поверхностных и подземных водных объектов;

(5) причинение вреда имуществу третьих лиц в результате силовых, термических и иных физико-химических воздействий поражающих факторов;

(6) нарушение условий жизнедеятельности (например, в соответствии с Порядком установления факта нарушения условий жизнедеятельности при аварии на опасном объекте, включая критерии, по которым устанавливается указанный факт, утв. приказом МЧС России от 30 декабря 2011 г. № 795);

(7) эвакуация персонала и населения по плану мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛА);

(8) аварийный сброс в атмосферу ОВ из устройств сброса давления, который приводит к одному или нескольким из следующих последствий:

- выброс жидкости;
- выброс в небезопасное место – это точка сброса давления в атмосферу или точка выброса из разрушающего устройства (например, факела или скруббера), которая представляет потенциальную возможность образования топливно-воздушной смеси в приземном слое или на сооружениях для высотных работ, присутствия токсичных или

коррозионно-активных материалов в приземном слое или на сооружениях для высотных работ или возгорания выпускаемых потоков в месте выброса;

- экстренная эвакуация персонала в укрытие на объекте по ПМЛА;
- вызов газоспасательных служб по ПМЛА;
- введение режима чрезвычайной ситуации, связанной с аварией;
- реализация мер локализации чрезвычайных ситуаций по ПМЛА.

Отметим, что в п. (1) сделана конкретизация стандартизированного понятия «пожар», применительно к специфике опасных веществ, обращающихся на ОПО НГК, и в контексте терминологического поля в сфере промышленной безопасности из ФЗ-116 [76] (подробнее см. словарь терминов в приложении). К пожарам не относятся возможные загорания на ОПО НГК (загорание) – случаи неконтролируемого горения незначительных количеств ОВ, не причинившие материальный ущерб.

В силу специфики мест преимущественного расположения российских месторождений добычи нефти и газа требует уточнения п. (4) для выбросов опасных веществ из промысловых трубопроводов на поверхность торфяных болот. Для этих случаев аварийным целесообразно считать разлив нефти и нефтепродуктов на поверхности торфяных болот, с массой выброса более нижнего уровня для ЧС (например, установленного «Указаниями по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации», утв. приказом МПР РФ 03.03.2003 г. № 156).

Только с учетом отсутствия при выбросе ОВ разрушения и явных признаков аварии (см пп. (1)..(8) выше) могут быть использованы дополнительные критерии масштабности выброса из [313] для площадочных ОПО НГК, указывающие на аварийную или предаварийную опасность происшествия на ОПО НГК.

Пороговые количества выбросов ОВ на ОПО НГК (кроме ОВ, транспортируемых по линейной части магистральных газопроводов, нефте- и нефтепродуктопроводов, промысловых трубопроводов, продуктопроводов и сетям газораспределения/газопотребления) представлены в табл. 25.

табл. 25

Пороговые количества для оценки аварийных выбросов ОВ на площадочных ОПО НГК

Вид вещества (с примерами)	Пороговое количество выброса ОВ			
	Авария		Инцидент	
	Выброс вне помещения	Выброс в помещении	Контро-лируемый выброс вне помещения	Контро-лируемый выброс в помещении
Сильнотоксичные вещества, обладающие следующими показателями токсичности: при вдыхании газов CL_{50}≤200 ppm при вдыхании паров CL_{50}≤200 мг/м^3	5 кг и более	2,5 кг и более	0,5 кг и более, но менее 5 кг	0,25 кг и более, но менее 2,5 кг
Сильнотоксичные вещества, обладающие следующими показателями токсичности: при проглатывании DL50≤5 мг/кг при попадании на кожу DL_{50}≤50 мг/кг при вдыхании газов 200<CL_{50}≤1000 ppm при вдыхании паров 200<CL_{50}≤1000 мг/м^3 при вдыхании пыли/аэрозоля CL_{50}≤200 мг/м^3	25 кг и более	12,5 кг и более	2,5 кг и более, но менее 25 кг	1,25 кг и более, но менее 12,5 кг
Токсичные вещества, обладающие следующими показателями токсичности: при проглатывании 5<DL_{50}≤50 мг/кг при попадании на кожу 50<DL_{50}≤200 мг/кг при вдыхании газов 1000<CL_{50}≤3000 ppm при вдыхании паров 1000<CL_{50}≤3000 мг/м^3 при вдыхании пыли/аэрозоля 200<CL_{50}≤2000 мг/м^3	50 кг и более	25 кг и более	5 кг и более, но менее 50 кг	2,5 кг и более, но менее 25 кг
Слаботоксичные вещества, обладающие следующими показателями токсичности: при проглатывании 50<DL_{50}≤300 мг/кг при попадании на кожу 200<DL_{50}≤1000 мг/кг при вдыхании газов 3000<CL_{50}≤5000 ppm при вдыхании паров 3000<CL_{50}≤5000 мг/м^3 при вдыхании пыли/аэрозоля 2000<CL_{50}≤4000 мг/м^3	200 кг и более	100 кг и более	20 кг и более, но менее 200 кг	10 кг и более, но менее 100 кг
Горючие газы (например, метан, этан, пропан, бутан, природный газ, этилмеркаптан) или легковоспламеняющиеся жидкости с температурой кипения меньше 35° С и температурой вспышки меньше 23° С (например, сжиженный нефтяной газ, сжиженный природный газ, изопентан)	500 кг и более	250 кг и более	50 кг и более, но менее 500 кг	25кг и более, но менее 250 кг
Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой кипения больше 35° С и температурой вспышки меньше 23° С (например, бензин, толуол, ксилол, конденсат, метанол, сырая нефть плотностью меньше 900 кг/м^3)	1000 кг и более	500 кг и более	100 кг и более, но менее 1000 кг	50 кг и более, но менее 500 кг
Горючие жидкости с температурой вспышки больше 23° С и меньше 61° С (например, дизельное топливо, большинство керосинов, сырая нефть плотностью больше 900 кг/ м^3)	2000 кг и более	1000 кг и более	200 кг и более, но менее 2000 кг	100 кг и более, но менее 1000 кг
Горючие жидкости с температурой вспышки больше 61° С, выброшенные при температуре, равной или выше температуры вспышки (например, асфальтовый битум, расплавленная сера, этиленгликоль, пропиленгликоль, смазочное масло)	3000 кг и более	2000 кг и более	300 кг и более, но менее 3000 кг	150 кг и более, но менее 2000 кг
Горючие жидкости с температурой вспышки больше 61° С, выброшенные при температуре ниже температуры вспышки (например, асфальтовый битум, расплавленная сера, этиленгликоль, пропиленгликоль, смазочное масло)	Не уста-навливается	Не уста-навливается	1000 кг и более	500 кг и более

За основу здесь взяты сведения из ANSI/API RP754 [313], но уточнены признаки видов веществ и некоторые пороговые количества. Для веществ, обладающих одновременно взрывопожароопасными и токсичными свойствами, пороговые количества целесообразно определять по наименьшему значению. Разделение пороговых количеств по выбросам вне и внутри помещений площадочных ОПО НГК обусловлено высокой опасностью образования топливно-воздушных смесей в замкнутых пространствах.

В табл. 26 представлены пороговые количества выбросов ОВ, транспортируемых по линейной части магистральных газопроводов, нефте- и нефтепродуктопроводов, промысловых трубопроводов, продуктопроводов и сетей газораспределения/газопотребления. Для ОПО МГ, МН, МНПП, ПТ и продуктопроводов при выбросах ОВ в помещениях должны использоваться более жесткие пороговые количества из табл. 25.

табл. 26

Пороговые количества для оценки аварийных выбросов ОВ на линейных ОПО НГК

Вид опасного вещества	Пороговое количество выброса опасных веществ	
	Авария	Инцидент
Нефть/нефтепродукты, транспортируемые по МН, МНПП	10 т и более	От 1 до 10 т
Нефтепродукты, транспортируемые по МНПП в НП	5 т и более	От 0,5 до 5 т
Легкоиспаряющиеся нефтепродукты и ШФЛУ, транспортируемые вне НП	1 т и более	От 0,1 до 1 т
Легкоиспаряющиеся нефтепродукты и ШФЛУ, транспортируемые в НП	0,5 т и более	От 0,05 до 0,5 т
Продуктопроводы	5 т и более	От 0,5 до 5 т
Природный газ, транспортируемый по МГ вне НП	10 000 м^3 и более	От 100 до 10 000 м^3
Природный газ, транспортируемый по МГ в НП	5 000 м^3 и более	От 50 до 5 000 м^3
ОВ, транспортируемые по промысловым трубопроводам, в т.ч.: газопроводы-шлейфы, газосборные коллекторы, газопроводы неочищенного газа, трубопроводы стабильного и нестабильного газового конденсата, газопроводы нефтегазосборные трубопроводы, нефтепроводы	10 000 м^3 и более 10 т и более	От 100 до 10 000 м^3 От 1 до 10 т
Природный газ, транспортируемый по сетям газораспределения/газопотребления вне НП	100 м^3 и более	От 10 до 100 м^3
Природный газ, транспортируемый по сетям газораспределения/газопотребления в НП	10 м^3 и более	От 1 до 10 м^3

Массу выброса ОВ при аварийном происшествии целесообразно определять за любой период после разгерметизации при максимальной интенсивности выброса ОВ длительностью 1 час (по рекомендации [313]), но с использованием

моделей, соответствующих специфике объекта и изложенных в российских руководствах по безопасности для ОПО НГК [268,269,315-320] и в [321].

После достаточно подробного описания признаков неконтролируемого аварийного выброса ОВ на ОПО НГК представляется возможность дать определения до- и не- аварийного, т.е. контролируемого выброса опасных веществ на ОПО НГК, возникающего только при отказе или повреждении технических устройств, применяемых на ОПО НГК, или при отклонении от установленного режима технологического процесса на ОПО НГК.

Контролируемый выброс опасных веществ происходит на ОПО НГК только без взрыва, пожара и загрязнения водных объектов, и только в режиме предусмотренного (проектной документацией, другими документами) срабатывания и действия систем противоаварийной защиты и иных штатных систем предупреждения и локализации последствий аварии, в количествах меньше пороговых для аварий, указанных в табл. 25 и табл. 26. Выбросы меньше пороговых для инцидентов целесообразно относить к утечкам. Определяющий признак «контролируемый» для выброса ОВ здесь использован не в приложении к штатному ведению технологического процесса, а к его нештатным состояниям, когда включаются системы предупреждения вызревания актуальных аварийных угроз из «дремлющих» опасностей обращающихся ОВ на ОПО НГК. От степени оперативности и эффективности срабатывания противоаварийных систем зависит возможность инициации аварии или пресечения предаварийной ситуации на уровне инцидента. Минимизируемый объем локализованного предаварийного выброса ОВ (см. табл. 25, табл. 26) – важный показатель подтверждения действенного организационно-технического контроля за началом и пресечением разгерметизации, оперативности сдерживания и ликвидации угрозы возникновения аварии. Другим сигнальным условием для контролируемого выброса ОВ служит незначительный размер ущерба предаварийного происшествия, т.е. когда отсутствуют разрушения сооружений или технических устройств на ОПО НГК, не возникает пожар, взрыв, и загрязнение водных

объектов, не происходит смертельный, групповой или тяжелый НС, нет фактов нарушений условий жизнедеятельности, причинения вреда третьим лицам и т.п.

Контролируемый выброс ОВ не может давать старт развитию сценариев аварий, а должен ограничивать аварийные происшествия уровнем инцидента, причиной которых, по определению ФЗ-116 [76], являются (а) отказы, (б) повреждения технических устройств, применяемых на ОПО, (в) отклонения от установленного режима технологического процесса. События (а) и (б) могут непосредственно приводить к выбросу ОВ, размер и контролируемость которого могут служить признаком отсутствия факта разрушения сооружений или технических устройств на ОПО НГК. Отказы и повреждения технических устройств целесообразно различать по размеру предаварийных последствий инцидентов следующим образом:

(а) отказ технического устройства – временная утрата техническим устройством, применяемым на ОПО НГК работоспособного состояния, приведшая к одному или нескольким из следующих событий:

- к выбросу опасных веществ без взрыва, пожара и (или) загрязнения водных объектов;
- к немедленной остановке технологического процесса сроком не более 72 часа для проведения ремонтных работ на технологическом оборудовании или технологических сооружениях ОПО НГК;

(б) повреждение технического устройства – утрата техническим устройством, применяемым на ОПО, исправного состояния, приведшее к одному или нескольким из следующих событий:

- к утечке опасных веществ (выход в окружающую среду ОВ на ОПО НГК без взрыва, пожара, загорания и загрязнения водных объектов в количестве меньшем пороговых значений, установленных для инцидентов – см. табл. 25, табл. 26);
- к загоранию (случай неконтролируемого горения ОВ, выброшенного в количествах меньше пороговых значений, установленных для инцидентов (см. табл. 25, табл. 26), не причинивший материального

ущерба, вреда жизни и здоровью человека, жизненно важным интересам личности и общества);

- к немедленной остановке технологического процесса сроком не более 24 часа для проведения ремонтных работ на техническом устройстве или технологическом оборудовании ОПО НГК;

Важно отметить, что при отсутствии или неэффективном срабатывании противоаварийных систем отказы и повреждения технических устройств могут приводить к возникновению неконтролируемых выбросов ОВ, возникновению и развитию аварий.

Наоборот, не все случаи отклонений от установленного режима технологического процесса приводят к выбросу ОВ и последующему развитию аварийной ситуации. По степени отклонения можно судить о вызревании на ОПО НГК предаварийных ситуаций и следить за этим процессом, например, в рамках дистанционного контроля (см. выше подраздел 4.2).

Любое превышение регламентированных значений технологических параметров, установленных технологическим регламентом (проектной документацией, другими документами) – есть уже опасное отклонение от установленного режима технологического процесса. Под регламентированными значениями параметров понимается совокупность допустимых значений параметров технологической среды, характеризующих ее состояние, при которых технологический процесс может безопасно протекать в заданном направлении (согласно информационно-справочному приложению к [238]).

Об опасных отклонениях технологических параметров сигнализируют превышения предупредительных уровней на границе регламентированных значений параметра технологического процесса.

Достижение и превышение предельно допустимых уровней отклонения параметров технологического режима свидетельствует о начале развития предаварийной ситуации. Предельно допустимые значения параметров (установленного режима технологического процесса) – докритические значения взрывопожароопасной среды, отличающиеся от критического значения параметра

на величину, равную сумме ошибки его экспериментального или расчетного определения и погрешности средств измерения, контроля, регулирования параметров в технологическом процессе и противоаварийной защите (согласно информационно-справочному приложению к [238]).

Превышение критических уровней отклонения параметров технологического режима в большинстве случаев ведет к возникновению аварии. Критические значения параметров – значения одного или нескольких взаимосвязанных параметров (по составу материальных сред, давлению, температуре, скорости движения, времени пребывания в зоне с заданным режимом, соотношению смешиваемых компонентов, разделению смеси и т.д.), при которых возможно возникновение разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ (согласно информационно-справочному приложению к [238]).

Иллюстрация степени возможных отклонений значений параметров технологического режима и классификации по ним предпосылок к инцидентам, инцидентов, аварий и КПА на ОПО НГК представлена на Рис. 61.

Область регламентированных значений		Область опасных значений		Область докритических (*буферная зона*) и критических значений		Область закритических значений
Регламентированные значения	Предупредительный уровень	Опасные значения	Предельно допустимый уровень	Докритические значения	Критический уровень	Закритические значения
Возможно перерастание						
нарушений в СУПБ/ПК в предпосылки инцидентов		предпосылок инцидентов в инциденты		инцидентов в аварию		аварии в КПА

Рис. 61. Иллюстрация степени отклонений значений параметров технологического режима на ОПО НГК

К инцидентным отклонениям от установленного режима технологического процесса ОПО НГК относятся превышения предельно допустимых значений технологических параметров, установленных технологическим регламентом и (или) проектной документацией, приведшие к одному или нескольким из следующих событий:

- к выбросу ОВ в количестве меньшем пороговых значений, установленных для аварий см. табл. 25, табл. 26;
- к немедленной остановке технологического процесса сроком более 24 часов, но не более 72 часов для проведения ремонтных работ на технологическом оборудовании или сооружениях ОПО НГК.

При достижении отклонений технологических параметров критических уровней (фактически это уже не отклонения, а аварийные превышения) резко увеличивается возможность разрушений и возникновения аварий, а попадание в закритическую область практически детерминировано приводит к возникновению аварий с возможностью реализации сценариев КПА.

Дистанционный контроль должен учитывать не только степень отклонений параметров от установленного режима технологического процесса, но и частоту фиксации (относительно фоновых значений) предупредительных и предельно допустимых уровней, с учетом которой можно оперативно судить о фактах возникновения предпосылок к инцидентам и самих инцидентов. Более четко разграничив апостериорно аварии и инциденты на ОПО НГК, можно переходить определению априорных уровней аварийных опасностей, в спектре которых можно выделить в т.ч. и критерии опасности крупных промышленных аварий.

4.5 Разработка классификатора уровней аварийных опасностей на производственных объектах нефтегазового комплекса

Технико-социальные системы обеспечения безопасности создаются, обслуживаются или совершенствуются, только если обнаруженные, осознанные и воспринятые опасности превышают определенные пороговые значения,

приближаются или выходят за привычные уровни угроз. Освоенные реперные уровни угроз, на которые «настраиваются» действующие системы обеспечения безопасности, в разных индустриальных странах формируются исторически на своем и освоенном чужом опыте столкновения с техногенными опасностями. В кризисе индустриализма существенно изменяющиеся опасности требуют более гибких защитно-упреждающих ответов в модернизируемых системах обеспечения безопасности. Для риск-ориентированных подходов необходимы адекватные ориентиры актуальных уровней для возможных и будущих опасностей промышленных аварий, в том числе крупных аварий на ОПО НГК, и применительно к состоянию современной промышленной России.

В большинстве пересматриваемых и действующих федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности уже в той или иной степени предполагается применение риск-ориентированного подхода для прогнозирования, выявления и анализа опасностей и угроз аварий на ОПО НГК и смежных отраслей промышленности. Первоначальным и подготовительным этапом такого подхода выступает предварительная классификация опасностей промышленных аварий.

Для разработки классификатора аварийных опасностей проведен анализ существующих формализованных способов классификации техногенных опасностей, применяемых в российском законодательстве (полный обзор в [322]).

Проведенный анализ состояния действующей нормативной правовой базы в области анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО НГК и в смежных отраслях промышленности, а также существующих законодательных подходов классификации ОПО по степени аварийной опасности показал:

— в последние десятилетия в российском законодательстве достаточно активно развиваются различные процедуры категорирования техногенных опасностей производственных объектов промышленности, энергетики и транспорта, – как правило, по линии ответственности и в соответствии с полномочиями Минэнерго России, МЧС России и Ростехнадзора;

— значительную социальную напряженность вызывают происшедшие и возможные техногенные чрезвычайные ситуации, инициируемые авариями на объектах ТЭК, НГК и смежных отраслей промышленности, на объектах теплоснабжения и жилищно-коммунального хозяйства, на общественном транспорте;

— в контексте специфики восприятия аварийной опасности, радиоактивная опасность объектов использования атомной энергии рассматривается принципиально отдельно от аварийной опасности объектов ТЭК;

— аварийные опасности объектов (тепло- и гидро-) электроэнергетики, а также гидродинамические опасности ГТС и опасности нарушения теплоснабжения существенно отличаются по причинам и поражающим факторам от опасностей аварий объектов добычи, транспортировки, хранения, переработки и распределения углеводородного сырья и нефтегазовых топлив;

— категорирование аварийной опасности объектов промышленности, энергетики транспорта условно разделяется на два типа: (1) по характерному потенциалу аварийного энергозапаса источников опасности на объекте и/или (2) по размеру и масштабности возможного ущерба при возникновении аварии;

— наиболее общее категорирование опасных объектов по последствиям содержится в законодательстве об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте и в законодательстве о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

— для всестороннего категорирования аварийной опасности объектов НГК необходима разработка показателей характеризующих возможность возникновения, развития и локализации промышленных аварий, а также специфику массового (обыденного) восприятия фактов и последствий крупных промышленных аварий (например, подобно тому, как в области обеспечения транспортной безопасности устанавливаются критерии категорирования объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств);

— действующая нормативная правовая база в области анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО НГК в последние десять лет претерпевает существенные изменения в части поэтапного внедрения современных риск-ориентированных подходов для обеспечения промышленной безопасности; во многом сохраняется законодательное укрепление традиционных способов установления и исполнения проверенных практикой предупреждения аварий норм и правил промышленной безопасности.

В связи с возрастанием опасностей крупных промышленных аварий, связанных с добычей, транспортировкой и переработкой газа, нефти и нефтепродуктов необходимо дальнейшее совершенствование действующей системы обеспечения промышленной безопасности ОПО НГК, особенно в части разработки новых первичных риск-ориентированных элементов оценки аварийных опасностей и прогнозирования перерастания их в угрозы КПА. Для решения этой задачи первоначально необходима разработка классификатора опасностей промышленных аварий на ОПО НГК и смежных отраслей промышленности, основанного на оценках аварийного риска их эксплуатации и учитывающего масштабы последствий аварий. Классификатор необходим для включения его в разрабатываемую комплексную систему риск-ориентированного предупреждения угроз КПА. Такой классификатор должен обязательно использовать общепринятые показатели аварийной опасности и критерии отнесения возможной аварии к крупной промышленной аварии.

Отечественные риск-ориентированные подходы и критерии классификации ОПО по степени аварийной опасности должны разрабатываться с учетом состояния и перспектив развития российского методического обеспечения анализа опасностей и оценки техногенного риска (подробнее см. в главе 3).

Разработанные риск-ориентированные принципы классификации опасных производств по степени изменения показателей аварийной опасности детализированы и предметно использованы при модернизации методических основ анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий (см. выше подраздел 3.5 – этап (4)) и в создании концепции комплексной системы риск-

ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий (см. ниже подраздел 4.7).

Для установления степени опасности производственного объекта НГК по уровню риска аварии требуется сравнение рассчитанных для ОПО НГК значений риска аварии с соответствующими критериями классификации аварийной опасности. Для выявления наиболее опасных составляющих на ОПО НГК проводится их ранжирование в порядке возрастания значений оценок показателей их аварийной опасности.

Порядок и основные способы установления степени опасности аварий на ОПО НГК, ранжирования составных элементов ОПО НГК по степени опасности и определения наиболее опасных составных элементов ОПО НГК, сравнения рассчитанных значений риска аварии с соответствующим допустимым или фоновым уровнем, а также использования результатов анализа риска для обоснования безопасности регламентируются следующими положениями:

К основным способам установления степени опасности аварий на ОПО НГК и определения наиболее опасных составных элементов ОПО НГК относятся:

— ранжирование составных элементов ОПО НГК по степени опасности;

— сравнение рассчитанных значений риска аварии с соответствующим:

допустимым уровнем риска аварии, установленным в нормативных документах;

требуемым уровнем риска аварии, обоснованным на этапе планирования и организации анализа риска аварий.

фоновым риском аварии для внешнего окружения ОПО НГК и/или с фоновым риском гибели людей в техногенных происшествиях;

фоновым среднеотраслевым риском аварии для аналогичных ОПО НГК или составных элементов ОПО НГК.

Ранжирование участков линейных ОПО НГК и составных элементов площадочных ОПО НГК по основным опасностям аварий осуществляется для однотипных участков и составляющих ОПО по характерным для них показателям опасностей, измеряемых риском аварии (далее – показатели риска аварии).

Результаты ранжирования для участков линейных ОПО НГК представляются в форме графиков распределения характерных показателей риска аварии по трассе линейного ОПО, а для составных элементов площадочных ОПО – в виде таблицы с полным перечнем рассмотренных составляющих, сгруппированных по типам (насосное оборудование, резервуары и иное емкостное оборудование, технологические трубопроводы опасных веществ), и указанием рассчитанных показателей риска аварии в порядке убывания средней массы утечки опасного вещества при наиболее опасном сценарии аварии. Отдельно отмечаются участки и составляющие, имеющие максимальные значения по другим показателям.

На основе ранжирования участков и составляющих ОПО НГК по рассчитанным количественным показателям риска аварии устанавливают степень опасности участков и составных элементов ОПО относительным сравнением с фоновым (среднестатистическим) уровнем риска аварии по следующим степеням: «Малая»; «Средняя»; «Высокая»; «Чрезвычайно высокая».

Для участков линейных ОПО НГК степень опасности аварий определяется различием между рассчитанным для участка значением показателя риска аварии и фоновым (среднестатистическим) уровнем риска аварии за последние 5 лет ($R_{5лет}$) по предложенным распределительным критериям, приведенным в Табл. 27.

Табл. 27

Критерии степени опасности аварий на участках линейных ОПО НГК по сравнению со среднестатистическим (фоновым) уровнем риска аварии за последние 5 лет ($R_{5лет}$)

Сравнительная степень опасности аварии на участке линейного ОПО НГК	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $0,5 \cdot R_{5лет}$
«Средняя»	$(0,5\text{-}5,0) \cdot R_{5лет}$
«Высокая»	$(5\text{-}50) \cdot R_{5лет}$
«Чрезвычайно высокая»	Более $50 \cdot R_{5лет}$

Фоновый (среднестатистический) уровень риска аварии для линейного ОПО НГК $R_{5лет}$ определяется при необходимости на этапе планирования и организации анализа опасности как среднегодовое значение показателя риска аварии за последний пятилетний период рассмотрения на анализируемых или аналогичных участках линейного ОПО НГК.

Примеры определения критериев степени опасности участков линейной части магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов (ЛЧ МН и МНПП), где в качестве показателей опасности использованы удельные ожидаемые потери нефти, нефтепродукта и экологический ущерб от аварий за год, приведены в Табл. 28,

Табл. 29.

Табл. 28

Типовые показатели с критериями опасности аварий на ЛЧ МН

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН	Типовые показатели риска аварии на ЛЧ МН	
	Удельные ожидаемые потери нефти при аварии R_{m1000}, т/(1000 км·год)	Удельный ожидаемый экологический ущерб от аварии $R_{Э1000}$, млн руб./(1000 км·год)
«Малая»	Менее 5	Менее 2
«Средняя»	От 5 до 50	От 2 до 20
«Высокая»	От 50 до 500	От 20 до 200
«Чрезвычайно высокая»	Более 500	Более 200

Табл. 29

Типовые показатели с критериями опасности аварий на ЛЧ МНПП

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МНПП	Типовые показатели риска аварии на ЛЧ МНПП	
	Удельные ожидаемые потери нефтепродукта при аварии R_{m1000}, т/(1000 км·год)	Удельный ожидаемый экологический ущерб от аварии $R_{Э1000}$, млн руб./(1000 км·год)
«Малая»	Менее 4	Менее 1
«Средняя»	От 4 до 40	От 1 до 10
«Высокая»	От 40 до 400	От 10 до 100
«Чрезвычайно высокая»	Более 400	Более 100

При отсутствии достоверных сведений о среднестатистическом (фоновом) уровне риска аварии для какого-либо показателя риска аварии на линейном ОПО НГК критерии степени опасности устанавливаются, исходя из значений данного показателя, рассчитанных для участков всей трассы на этапе количественной оценка риска аварии на линейном ОПО НГК. Для этого полный интервал изменения показателя риска $\{R_{min}, R_{max}\}$ разделяют по критериям степени опасности на линейном ОПО НГК, приведенным в Табл. 30.

Табл. 30

Критерии степени опасности аварий на участках линейного ОПО НГК по сравнению с интервалом изменения рассчитанного показателя риска аварии {R_{min}, R_{max}}

Сравнительная степень опасности аварии на участке линейного ОПО НГК	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $R_{min} + 0,3 \cdot (R_{max} - R_{min})$
«Средняя»	$R_{min} + (0,3 \div 0,8) \cdot (R_{max} - R_{min})$
«Высокая»	$R_{min} + (0,8 \div 0,97) \cdot (R_{max} - R_{min})$
«Чрезвычайно высокая»	Более $R_{min} + 0,97 \cdot (R_{max} - R_{min})$

Для площадочных ОПО НГК и их составных элементов степень опасности аварий определяется в первую очередь показателем максимально возможного количества потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии (в т.ч. смертельно травмированных), по критериям, приведенным в Табл. 31.

Критерии степени опасности аварий, приведенные в Табл. 31 целесообразно применять также для линейных ОПО НГК и их участков.

Табл. 31

Критерии степени опасности аварий на площадочных (составляющих площадочных) ОПО НГК

Сравнительная степень опасности аварии на площадочном (составляющей) ОПО НГК	Максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на площадочном объекте или составляющей ОПО НГК	
	всего потерпевших	в т.ч. смертельно травмированных
«Малая»	Менее 10	Менее 3
«Средняя»	10–74	3–9
«Высокая»	75–300	10–30
«Чрезвычайно высокая»	Более 300	Более 30

Для сопоставительной оценки степени опасности разливов нефти и нефтепродуктов в водные объекты при авариях на ОПО используются данные международной статистики по аварийным разливам при перевозках нефти и нефтепродуктов танкерами (составлено автором на основе данных «The International Tanker Owners Pollution Federation») –Табл. 32.

При наличии установленных нормативными документами значений допустимого риска аварии, на основе ранжирования участков и составных элементов ОПО НГК по рассчитанным количественным показателям риска аварии, определяются недопустимо опасные участки и составные элементы

линейных и площадочных ОПО, дальнейшая эксплуатация которых переводит возможную опасность в реальную угрозу возникновения аварии. Недопустимая опасность участков и составных элементов линейных и площадочных ОПО определяется превышением рассчитанных значений показателей риска аварии над установленным значением допустимого риска аварии.

Табл. 32

Сопоставительные критерии степени опасности аварий при перевозках нефти и нефтепродуктов танкерами

Сопоставительная степень опасности аварии при перевозке нефти, нефтепродуктов танкерами	Средняя масса потерь нефти, нефтепродуктов, т	
	при наиболее опасном сценарии аварии	при наиболее вероятном сценарии аварии
«Малая»	Менее 350	Менее 7
«Средняя»	От 350 до 3500	От 7 до 70
«Высокая»	От 3500 до 35 000	От 70 до 700
«Чрезвычайно высокая»	Более 35 000	Более 700

Аналогичное сравнение может проводиться и с требуемым уровнем опасности, который обосновывается на этапе планирования анализа опасностей отдельно для различных классов опасности ОПО и с учетом критериев степени опасности составных элементов ОПО, уровней допустимого и фонового риска.

Для установления в целом для ОПО НГК категории его опасности по уровню риска аварии проводится сравнение рассчитанных для ОПО показателей риска аварии с критериями категорирования аварийной опасности (Табл. 33).

При этом верхние значения диапазонов показателей опасности аварий ОПО НГК с высоким риском аварии характеризуют возможность возникновения на ОПО крупных промышленных аварий, и особо крупных аварий – на ОПО с чрезвычайно высоким риском аварии.

Определение категории аварийной опасности ОПО по уровню риска аварии и масштабу возможных аварийных последствий производится с использованием упорядоченного набора типовых показателей опасности аварии и КПА (Табл. 33).

Табл. 33

Показатели и критерии категорирования аварийной опасности производственных объектов НГК

Категория опасности ОПО НГК по уровню риска аварии	Наименование показателя и значения критериев аварийной опасности производственных объектов по уровню риска аварии								
	1) наличие третьих лиц в зонах смертельного поражения при наиболее опасном по последствиям сценарии аварии*	2) количество человек, у которых могут быть нарушены условия жизнедеятельности при НОА	3) возможное количество погибших при НОА	4) условная вероятность эскалации аварии	5) кратность превышения индивидуального риска гибели персонала от аварий по сравнению со среднеотраслевым уровнем	6) условная вероятность гибели при аварии более 10 чел. из числа третьих лиц	7) возможный аварийный разлив нефти и нефтепродуктов, т		8) возможный материальный ущерб при НОА, млн руб.
							на местности и во внутренних пресноводных водоемах	в море	
Чрезвычайно высокий риск аварии	Населенные пункты или места массового скопления людей	Более 1500	Более 50	Более 0,5	Более 10	Более 0,1	Более 1000	Более 5000	Более 500
Высокий риск аварии	Транспортные магистрали	От 300 до 1500	От 10 до 50	0,2–0,5	1–10	0,01–0,1	500–1000	1000–5000	50 – 500
Средний риск аварии	Постоянно находятся третьи лица	От 75 до 300	От 5 до 10	0,05–0,2	0,1–1	0,001–0,01	100–500	500–1000	10 – 50
Малый риск аварии	Эпизодически находятся третьи лица	До 75	До 5	Менее 0,05	Менее 0,1	Менее 0,001	До 100	До 500	Менее 10

* НОА - наиболее опасный по последствиям сценарий аварии

Для определения категории опасности ОПО НГК по уровню риска аварии и (или) масштабу возможных аварийных последствий, необходимо:

- последовательно сравнить оцененные при анализе риска для ОПО показатели аварийной опасности с разработанными критериями из Табл. 33;
- допускается установление и уточнение категории опасности ОПО НГК по уровню риска аварии и (или) масштабу возможных аварийных последствий с использованием неполного набора показателей аварийной опасности, если хотя бы по одному из приоритетных показателей опасности установлен (уточнен) чрезвычайно высокий риск аварии, или если очевидно дальнейшее неужесточение опасности ОПО по уровню риска аварии и (или) масштабу последствий.

Установление степени опасности аварий на ОПО НГК и определение наиболее опасных составных элементов ОПО необходимы для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО, особенно в части предупреждения крупных промышленных аварий.

Проведенный анализ существующих формализованных способов классификации техногенных опасностей, применяемых в российском законодательстве, а также данные о крупных промышленных авариях на опасных производственных объектах нефтегазовой и угледобывающей промышленности в 2000-2010-х гг. позволяет определить следующие ориентировочные критерии категорирования угроз российских промышленных аварий:

К крупным аварийным угрозам в системе поднадзорных опасных производств топливно-энергетического комплекса России целесообразно относить возможные аварии с:

— числом погибших более 10 чел.;

— числом пострадавших более 300 чел.;

— аварийным разливом нефти и нефтепродуктов более 700 т;

— материальным ущербом более 100 млн руб.

Как особо крупные угрозы индустриальных систем ОПО ТЭК следует рассматривать возможные промышленные аварии:

— с числом погибших более 50 чел;

— с числом пострадавших свыше 1500 чел.;

— с аварийным разливом нефти и нефтепродуктов более 3000 т;

— с материальным ущербом более 1 млрд руб.

4.6 Состав и структура информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий

Предупреждение крупных промышленных аварий в системе обеспечения промышленной безопасности российских поднадзорных опасных производственных объектов – актуальная задача разрабатываемого комплексного инструментария информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз преимущественно крупных промышленных аварий на ОПО нефтегазовой промышленности.

В штатных режимах эксплуатации, и при условии надлежащего контроля и надзора за исполнением действующих требований промышленной безопасности, ОПО не создают непосредственной угрозы достигнутому динамическому состоянию «защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий» [76]. Если объективно существующая на ОПО опасность аварии трансформируется в угрозу жизни и здоровью человека, причинения ущерба имуществу или вреда окружающей среде, то требуется приостановка эксплуатации такого ОПО, вплоть до снятия соответствующих угроз. Приостановка деятельности ОПО – один из признаков серьезных упущений в системе обеспечения промышленной безопасности на ОПО. Сокрытие и забвение этих упущений ведет к прямой трансформации угроз аварий в уже нескрываемые факты тяжелых промышленных аварий. Затраты же на ликвидацию последствий аварий многократно (до 2-х порядков) превышают затраты на предупреждение аварий (блокирования вызревания угроз из опасностей). Модель вызревания причин аварийных угроз наиболее продуктивно иллюстрируется в концепциях развития/деградации культуры безопасности промышленного производства (подробнее см. в подразделах 1.6, 2.1 и 2.6 выше). Общая схема

координат состояний культуры безопасности (Рис. 62) может быть представлена исходя из следующих положений:

— Культура – это ограничительные Нормы (в «дикой» природе ограничения задаются инстинктами, а в обществе – нравами, ценностями, опытом бед и страданий);

— Правила Безопасности в трудовой деятельности «записаны кровью и потом» – в этом их «скрытая» объективная Сила противостояния человеку в техносфере. Знание – Сила, и не более того (буквально по Ф.Бэкону), – т.е. Знание беспристрастно, оно вне оков нравственности;

— Культура – это обуздание «сил хаоса» не только Знанием угроз, но Нравственностью (в отличие от животных человек имеет огромное преимущество в обеспечении безопасности - он может сознательно, а не инстинктивно идти навстречу угрозам, подавляя животный страх мужеством);

— «Власть» в техносфере (т.е. Культура долгосрочно-безопасного выживания в ней) держится на Знании-Силе, во многом запечатленных в Правилах Безопасности, и Согласии на их принятие и исполнение («макиавеллевский кентавр»; требуется и легальность, и легитимность – см. выше подраздел 3.4).

Всю область возможных состояний принятия и исполнения субъектом динамически обновляемых требований промышленной безопасности можно представить следующими секторами:

I – хорошо знает нормы безопасности, благожелательно их принимает и активно исполняет;

II – плохо знает нормы безопасности, но уважает их, желает исполнять;

III – плохо знает нормы безопасности и неуважительно относится к ним, в переделе отрицает и не желает исполнять любые нормы (поборник безграничной свободы анархии);

IV –знает действующие нормы безопасности, но отрицает их и не желает их принимать, противодействует исполнению (знание выпячивает – демонстрирует

силу, а нежелание часто маскирует, может требовать перманентного пересмотра норм, в пределе деятельно желает «безнорменности», аномии).

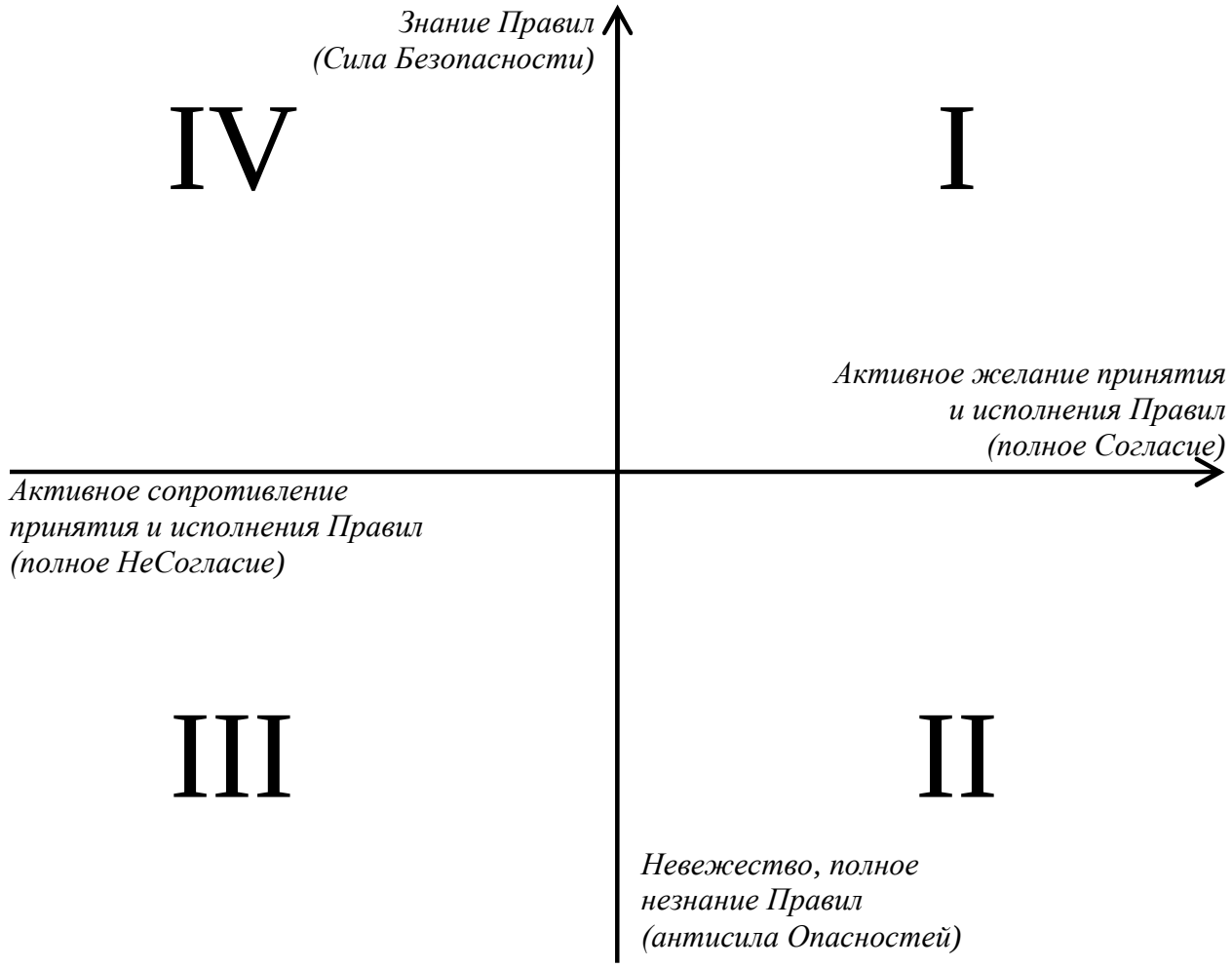


Рис. 62. Координатная схема состояний культуры промышленной безопасности

Развитие культуры безопасности соответствует смещению ее координат из текущего положения в первый квадрант (Рис. 62).

Для предупреждения крупных аварий критично отслеживать не сам факт проявления угрозы, а приближение состояния ОПО к переходному моменту вызревания реальных угроз из многочисленных инициирующих предаварийных опасностей. Состояние обеспечения безопасности на ОПО носит характер динамического равновесия, для исследования таких явлении наиболее подходит анализ сложных систем (см. подробнее главу 3). В сфере промышленной безопасности разработаны и применяются специальные методы исследования

нарушений динамического равновесия безопасной эксплуатации ОПО – анализ опасностей и оценки риска аварий (анализ риска). Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения негативного события и тяжесть его последствий. Анализ риска позволяет более детально исследовать особенности переходных состояний на ОПО: штанное безаварийное (доаварийное, опасное) – предаварийное (угрожающее) – аварийное (возникновение аварии) – поставарийное (развитие аварии) – нештатное безаварийное (локализация и ликвидация последствий аварии). Современная практика анализа риска аварий все более фокусируется на исследовании перехода опасности аварии в угрозу аварии с дальнейшим возникновением масштабных негативных последствий при развитии аварии (риск-ориентированный подход, – подробнее см. главу 3).

Действенная система обеспечения промышленной безопасности должна базироваться на постоянно обновляемых представлениях о структуре существующих опасностей аварий, не столько на отдельном ОПО, сколько во всей системе поднадзорных ОПО НГК. Структура текущих опасностей аварий в какой-либо форме отражается в «карте опасностей» системы поднадзорных ОПО. Как правило, подобные «карты» важнейших свойств объектов исследования формируются с использование современных информационных технологий.

На основе «карты опасностей» определяются возможные меры безопасности (предупреждения и/или локализации опасностей и угроз), выделяются необходимые или оптимально распределяются доступные ресурсы для сдерживания перерастании потенциала опасностей в реальность угрозы причинения масштабного или/и непоправимого ущерба («дорожная карта»). От состояния и качества исходной «карты опасностей» (ее актуальности, масштабности, динамичности, наглядности и т.п.) во многом зависит результативность всей системы обеспечения безопасности, а также эффективность защищаемой от опасностей деятельности в целом. На этих общих закономерностях базируется и российское нормативно-правовое обеспечение промышленной безопасности, отражающее общий принцип приоритета

предупреждения наиболее опасных проявлений аварийности и травматизма в системе поднадзорных опасных производств.

Знания для предупреждения катастрофических последствий в основном накапливаются из трагического опыта происшедших аварий. Помимо недопущения прошлых просчетов и ошибок, в современных условиях возрастания угроз реализации крупных промышленных аварий требуется систематизированное выявление, анализ и прогнозирование известных и новых аварийных опасностей в быстро изменяющейся промышленности, и особенно в ее базовой и наиболее опасной топливно-энергетической части, - в НГК.

Рассмотрим минимально необходимый состав и структуру комплексной информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз (крупных) промышленных аварий на ОПО НГК (далее – КСР-О). Общая схема основных структурных элементов и связей КСР-О представлена на Рис. 63.

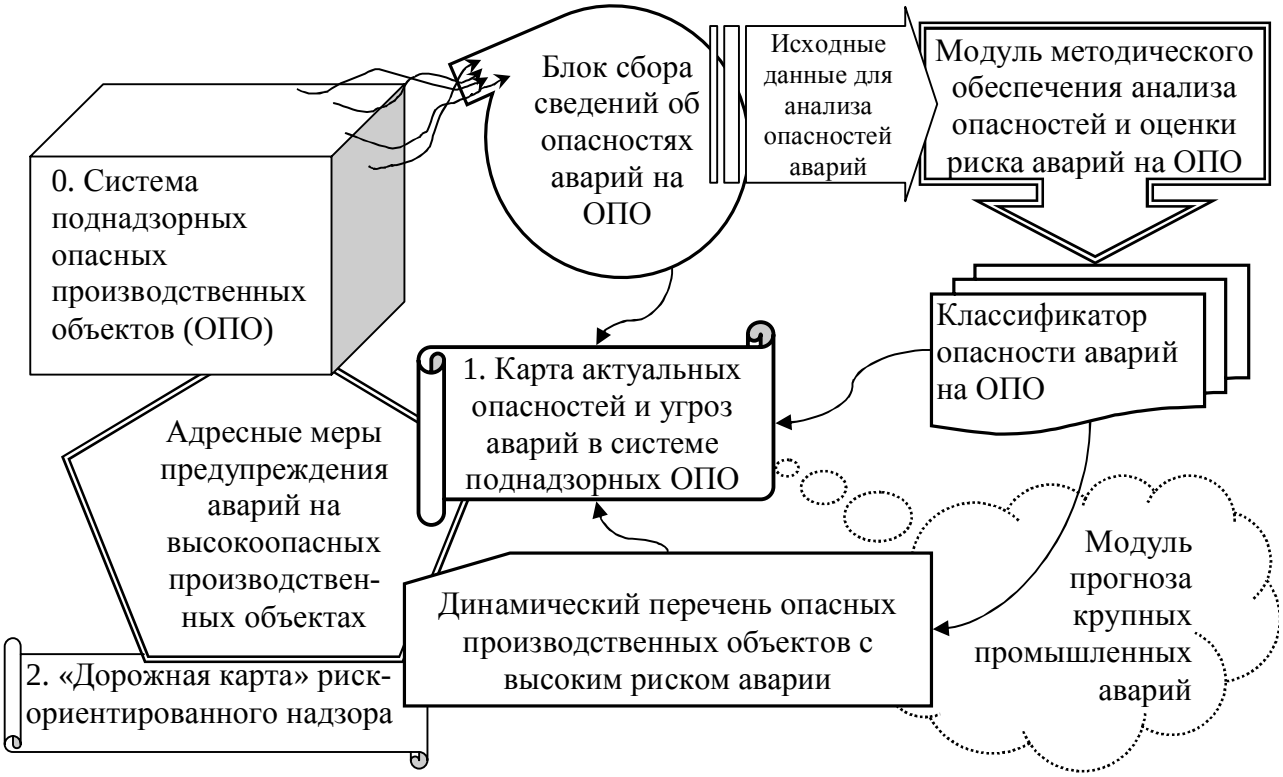


Рис. 63. Схема основных структурных элементов и связей комплексной системы выявления, анализа и прогнозирования опасностей промышленных аварий, оценки риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах

Ключевыми элементами разрабатываемой КСР-О являются:

- Блок сбора сведений об опасностях аварий в системе поднадзорных ОПО НГК, основанный на анализе данных подсистемы «Аварийность и травматизм» комплексной системы информатизации Ростехнадзора (КСИ) и данных декларирования промышленной безопасности ОПО НГК I и II класса опасности;
- Подсистема анализа опасностей и оценки риска аварий (анализа риска аварий), включающая модули формирования специальных исходных данных и методического обеспечения анализа риска аварий (см. подраздел 3.5);
- Классификатор опасностей промышленных аварий, позволяющий ранжировать поднадзорные ОПО НГК по степени риска аварий (см. подраздел 4.5);
- Подсистема формирования и актуализации динамического перечня опасных производственных объектов с высоким и чрезвычайно высоким риском возникновения крупных промышленных аварии;
- Подсистема динамической карты актуальных опасностей и угроз аварий в системе поднадзорных ОПО НГК («карта опасностей»);
- Модуль прогноза крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК, позволяющий выявлять на «карте опасностей» ОПО проблемные области с предаварийным состоянием (приближение к предаварийному состоянию);
- Подсистема «дорожная карта» риск-ориентированного надзора, включающая модуль разработки адресных мер предупреждения крупных промышленных аварий на высокоопасных производственных объектах НГК.

Все вышеперечисленные элементы должны быть связаны адекватным и предметным информационно-аналитическим взаимодействием в целостную структуру, составляющую КСР-О, концепция которой рассмотрена далее.

4.7 Концепция системного риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий

Концепция информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий (далее – Концепция КПА)

представляет собой современную систему взглядов на создание и развитие КСР-О, и её место в действующей системе обеспечения промышленной безопасности Российской Федерации.

На основе Концепции КПА надзорные службы (вкл. подведомственные организации, координационные и совещательные органы), а также организации, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности, в том числе эксплуатирующие ОПО НГК организации, разрабатывают и согласованно реализуют средне и долгосрочные планы организационно-технических мероприятий по анализу аварийных опасностей, оценке и необходимому снижению риска крупных промышленных аварий на опасных производственных объектах НГК, смежных добывающих и обрабатывающих отраслей[1] промышленности.

Концепция КПА разработана на основе отечественного опыта обеспечения промышленной безопасности, а также лучших международных риск-ориентированных подходов и риск-информативных систем предупреждения крупных промышленных аварий. Концепция КПА учитывает внедрение перспективных разработок обеспечения промышленной безопасности, в том числе системы непрерывного дистанционного надзора за опасными объектами угледобывающей промышленности и нефтегазового комплекса с применением современных средств информационно-коммуникационных технологий.

В разработанной Концепции КПА отражены целесообразность, возможность и принципы создания КСР-О, её основные задачи, организационные основы и порядок функционирования, рассмотрены этапы создания и долгосрочного развития для решения актуальных задач выявления и предупреждения актуальных угроз крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК и смежных отраслей промышленности.

---

[1] Под отраслью понимается совокупность объектов, производственных отношений определённой направленности в федеральном органе исполнительной власти или организации, которая создает заданный вид продукции или услуг (нефтедобыча, нефтепереработка и т.п.)

Основные понятия, необходимые определения и сокращения для реализации концептуальных задач разрабатываемой и внедряемой КСР-О приведены в ниже в «Словаре терминов» на стр. 334.

4.7.1 Целесообразность и возможность создания информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА (КСР-О)

Возникновение и выявление известных и новых угроз техногенного и антропогенного характера на протяжении всей истории индустриальной культуры порождает необходимость модернизации традиционных и разработки новых средств и способов предупреждения промышленных аварий, а на современном этапе позднего индустриализма - внедрение риск-ориентированного подхода для информационно-аналитического обеспечения и повышения эффективности промышленной безопасности опасных производственных объектов.

Все промышленно-развитые страны создают, обслуживают и совершенствуют национальные системы обеспечения промышленной безопасности и подсистемы предупреждения угроз крупных промышленных аварий, т.к. возможность катастрофических последствий крупных промышленных аварий может достаточно быстро перерастать в реальные угрозы технологического торможения индустриального развития страны.

В настоящее время актуальность вопросов предупреждения крупных промышленных аварий нарастает. В современной России эта проблема открывается в новом измерении, не свойственном высокоразвитым и развивающимся странам. Первые входят в период гипериндустриализма, когда опасные производства с возможными крупными промышленными авариями вытесняются в зону быстро растущего индустриализма (Китай, Индия, Вьетнам, Бразилия, Мексика, ЮАР и др. незападные индустриальные страны). Для современной России, прошедшей в 1990-е гг. обширную деиндустриализацию, постановка и решение проблемы предупреждения крупных промышленных аварий не имеет исторических аналогов в отечественной и зарубежной практике. Современная Россия не может и не должна сбрасывать свои производственные

издержки обеспечения безопасности на страны третьего мира. Наоборот, незападные промышленные страны ждут от России примеров безопасного решения кризисных вопросов современного индустриализма, в том числе и по предупреждению крупных промышленных аварий.

Российские техногенные катастрофы последних лет (Ульяновская-2007, Саяно-Шушенская-2009, Распадская-2010), обозначая провалы и упущения отечественной технической культуры в постсоветский переходный период, ставят новую общественную, научную и государственную задачу по выявлению и снижению социально-экономических угроз и техногенных опасностей крупных промышленных аварий. Успешность решения российской проблемы КПА впрямую определяет безопасность промышленного будущего современной России, а также возможные перспективы нахождения безопасных путей выхода из кризиса для всей современной индустриальной цивилизации.

Таким образом, в современных кризисных условиях постиндустриализма проблемы обеспечения промышленной и энергетической безопасности остаются весьма актуальными, являются важной и постоянно обновляемой государственной функцией, составной частью обеспечения национальной безопасности, что зафиксировано в (ст. 71,72) Конституции Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 г.), федеральных законах «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (от 21.07.1997 N 116-ФЗ) и «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» (от 21.07.2011 N 256-ФЗ), Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 31.12.2015 N 683), Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации (утв. Президентом РФ от 29.10.2012 г. ПР-3167) и других нормативных правовых актах.

КСР-О - необходимый инструмент устойчивого социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности страны, промышленной, пожарной, экологической и энергетической безопасности ее ТЭК и НГК в условиях постиндустриального роста угроз КПА.

Создание и функционирование КСР-О позволит:

— создать целостное организационное, информационное, терминологическое и методическое поле по вопросам предупреждения КПА на ОПО НГК;

— сосредоточить усилия надзорных органов и эксплуатирующих ОПО организаций на совместном решении неотложных задач по снижению возможности возникновения и масштаба последствий КПА, сформировать современные нормативных требования по созданию (модернизации) различных организационных и технических (в т.ч. автоматизированных) систем и средств для решения традиционных и новых задач индустриального и риск-ориентированного контроля и дистанционного надзора на ОПО НГК;

— разработать и внедрить современные информационно-аналитические системы контроля реальной и прогнозируемой ситуации с обеспечением промышленной безопасности на ОПО НГК, об авариях, инцидентах и несчастных случаях на них, и угрозах КПА в системе поднадзорных объектов, в т. ч. повысить эффективность разработки и внедрения систем непрерывного дистанционного надзора за опасными объектами нефтегазового комплекса с применением современных средств информационно-коммуникационных технологий;

— организовать проведение работ по созданию методической и инструментальной основы анализа и оценки состояния противоаварийной защищенности на ОПО НГК;

— провести сбор, анализ и систематизацию сведений об аварийной опасности действующих производств НГК, а также оценку возможностей снижения риска аварий на них с учетом технологических и социально-экономических факторов;

— сформировать современную систему научно-методического обеспечения анализа опасности возникновения в первую очередь крупных промышленных аварий на ОПО НГК в России, в ЕАЭС и в БРИКС.

Создание КСР-О, в развитие и на базе существующей системы обеспечения промышленной безопасности в стране потребует посильных материально-технических затрат и кадровых ресурсов, т.к. большинство неотложных мероприятий (разработка новой и корректировка действующей нормативной

правовой и методической базы, оптимизация надзорных сил и средств и т.п.) будет первоначально носить, в основном, организационно-технический характер.

4.7.2 Основные принципы, задачи, структура и порядок функционирования КСР-О

Постулаты, принципы и приоритеты создания и функционирования КСР-О

Исходя из сложившихся требований законодательной и нормативной правовой базы в области промышленной безопасности, а также отечественного и лучшего международного опыта обеспечения промышленной безопасности, к базовым положениям создания и функционирования КСР-О относятся:

неустранимость энергетической составляющей потенциала опасности КПА на высокорисковых ОПО НГК;

несоизмеримость ценностей индивидуальной экономической свободы владельцев опасных производств и коллективно обеспечиваемой промышленной безопасности ОПО;

неотложность разработки и проведения безопасной технологической модернизации ОПО НГК;

планирование и осуществление мероприятий по предупреждению промышленных аварий проводятся с учётом реалий и оценкой перспектив культурно-исторических, социально-экономических, организационно-технических особенностей отраслей отечественной нефтегазовой промышленности для недопущения безнадзорного или латентного вызревания угроз возникновения масштабных последствий КПА;

объём и содержание мероприятий по прогнозированию угроз реализации аварийных опасностей и предупреждению возникновения крупных промышленных аварий определяются исходя из принципов необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, привлечения смежных и(или) создания новых структур для надлежащего исполнения предупредительных функций системы промышленной безопасности;

территориально-производственное построение системы КСР-О;

максимально доступное, открытое и широкое ознакомление рискующих с установлением допустимых уровней риска аварий и их обоснованием как границы перехода «опасность-угроза» на основе данных о фоновых и сведений о приемлемых уровнях аварийной опасности, по отраслям и классам опасности;

необходимость динамического категорирования ОПО по уровню (степени) риска аварии в процессе его эксплуатации с корректировкой класса опасности;

структурно-функциональная подготовка ОПО НГК к осуществлению средне и долгосрочных организационно-технических мероприятий по предупреждению возникновения угроз КПА;

приоритет повышения эффекта противоаварийной защищенности от крупных аварий и эффективности обеспечения промышленной безопасности в подсистеме поднадзорных ОПО НГК в целом по сравнению со снижением частных параметров аварийности и травматизма на отдельных ОПО НГК;

приоритет использования относительных показателей для оценки эффективности предупреждения и абсолютных показателей для оценки эффекта возможной реализации КПА: а) относительное снижение удельной доли числа и тяжести КПА в общем числе зарегистрированных аварий и инцидентов; б) абсолютная тяжесть единовременных потерь при возможных крупных авариях в системе поднадзорных опасных производств.

интеграция с международными системами прогнозирования и предупреждения крупных аварий в промышленности и энергетике.

Основные тактические и стратегические задачи КСР-О

Учитывая предназначение КСР-О, её основными функциональными задачами, определяемыми проблемой предупреждения в первую очередь крупных промышленных аварий, должны быть:

а) представление в установленном порядке лицам, принимающим решения, персоналу ОПО НГК и иным лицам, заинтересованным в сохранении состояния защищенности от аварий на ОПО и последствий указанных аварий:

объективных риск-информативных сведений об актуальных опасностях (в том числе крупных промышленных) аварий, как на отдельных ОПО НГК, так и для их совокупностей и подсистем (отраслевых, региональных, имущественных),

данных о степени аварийной опасности (степени риска аварии) различных участков и составляющих ОПО НГК, о потенциале снижения защищенности от аварий на отдельном ОПО НГК и в системе опасных производств в целом

перспективных вариантов тактических и стратегических (на среднесрочный период и долгосрочную перспективу) мер, рекомендаций и проектов решений по непревышению допустимого уровня и по обоснованному снижению риска крупных промышленных аварий на ОПО и в целом в системе объектов НГК;

б) информационно-аналитическое обеспечение постановки и разработки способов решения актуальных вопросов обеспечения противоаварийной защищенности ОПО НГК и рискующих сфере:

повышения эффективности государственного надзора и контроля в области промышленной безопасности в отношении высокорисковых ОПО НГК,

разработки и реализации методических, технических и правовых норм по предупреждению угроз КПА с использованием риск-информативных методов исследования аварийных опасностей,

предупреждения критичных инцидентов и эскалационных аварий, повышения устойчивости технологических процессов на высокорисковых ОПО,

обучения персонала ОПО НГК и информирования населения в области защищенности от неадекватного информационного воздействия медийных образов угроз КПА (противодействие дезинформации «управления рисками» в части конструирования и распространения сведений, неадекватных реальной аварийной опасности),

приоритетного планирования, подготовки, выделения и использования необходимых научных, социально-экономических и материально-технических ресурсов для предупреждения КПА на высокорисковых ОПО;

в) прогнозирование возможности возникновения и степени тяжести КПА в системе поднадзорных ОПО НГК, оценка изменения вклада риск аварий от них;

г) международное сотрудничество в области предупреждения крупных аварий в промышленности и энергетике;

д) иная деятельность, необходимая для решения задач обеспечения промышленной безопасности высокорисковых ОПО НГК, включая планирование и организацию проведения соответствующих упреждающих организационно-технических мероприятий на основе обоснованных результатов проводимых научных исследований в данной сфере.

Организационные основы, структура и состав КСР-О

КСР-О объединяет органы управления, силы и средства надзорных и контрольных органов, организаций эксплуатирующих опасные производственные объекты, научных и экспертных организаций, в полномочия и сферу деятельности которых входит постановка проблем и решение вопросов по предупреждению промышленных аварий на ОПО и в системе поднадзорных ОПО НГК.

Основу структуры КСР-О составляют следующие ключевые взаимосвязанные элементы и подсистемы (Рис. 63):

блок сбора сведений об опасностях аварий в системе опасных производств, основанный на анализе данных декларирования промышленной безопасности высокорисковых ОПО НГК, а также сведений мониторинговой системы дистанционного надзора за ОПО НГК;

подсистема анализа опасностей и оценки риска аварий (анализа риска аварии), включающая модули формирования специальных исходных данных и методического обеспечения анализа риска КПА;

классификатор опасностей промышленных аварий;

подсистема формирования и актуализации динамического перечня ОПО НГК с высоким и чрезвычайно высоким риском возникновения КПА;

актуализируемая динамическая карта опасностей и угроз аварий в системе поднадзорных ОПО НГК («карта опасностей»);

модуль прогноза КПА в системе поднадзорных ОПО, позволяющий выявлять на «карте опасностей» проблемные ОПО НГК с предаварийным состоянием;

«дорожная карта» риск-ориентированного надзора, включающая модуль разработки адресных мер предупреждения КПА на высокорисковых ОПО НГК.

Все элементы и подсистемы связываются в целостную структуру КСР-О функциональным взаимодействием (информационным, организационно-техническим, финансово-экономическим, производственным, надзорным, научно-исследовательским и др.) с учетом территориально-производственного и отраслевого принципа для формирования совместимых слоев динамической карты опасностей и угроз аварий в системе ОПО НГК.

Первоначальное взаимодействие и информационное обеспечение в КСР-О осуществляется с использованием Комплексной системы информатизации Ростехнадзора (далее – КСИ) и системы непрерывного дистанционного мониторинга высокоопасных производственных объектов с применением современных средств информационно-коммуникационных технологий.

Критерии и порядок классификации аварийной опасности объектов НГК, смежных отраслей топливной промышленности

Классификация аварийной опасности проводится в КСР-О с целью выявления в системе поднадзорных ОПО наиболее высокорисковых объектов, территорий и отраслей для необходимой разработки и оптимизации адресных мер предупреждения аварий и парирования угроз крупных промышленных аварий на них в рамках создаваемой КСР-О.

Функционал КСР-О должен позволять динамически категорировать ОПО НГК по степени риска аварий и масштабу последствий от них для расширения особенностей и уточнения градаций действующего подразделения ОПО по четырем классам опасности. Класс опасности ОПО НГК устанавливается изначально при регистрации ОПО, а степень риска аварии на ОПО НГК может динамически меняться при эксплуатации ОПО, что должно отражаться в соответствующих подсистемах КСР-О. Целесообразно в КСР-О установить следующие (сравнительные) степени риска аварий для ОПО НГК (категории

опасности ОПО по степени риска аварии): чрезвычайно высокий риск аварии, высокий риск аварии, средний риск аварии, низкий риск аварии.

Классификация аварийной опасности ОПО ТЭК, основанная на расчетах риска их эксплуатации и учитывающая масштабы последствий аварии проводится с использованием следующих показателей опасности аварии (показателей риска):

возможное наличие третьих лиц в зонах смертельного поражения при наиболее опасном по последствиям сценарии аварии (при максимальной гипотетически возможной аварии);

возможное число человек, у которых будут нарушены условия жизнедеятельности при максимальной гипотетически возможной аварии;

возможное число погибших при максимальной гипотетически возможной аварии (в том числе и при нарушении условий жизнедеятельности);

условная вероятность возникновения эскалации аварии;

кратность превышения индивидуального риска гибели персонала от аварий по сравнению со среднеотраслевым уровнем;

условная вероятность гибели при аварии более 10-ти третьих лиц;

возможный аварийный разлив нефти и нефтепродуктов;

возможный материальный ущерб при максимальной гипотетически аварии.

Разработанные критерии категорирования приведены выше в подразделе 4.5.

Порядок функционирования КСР-О

В рамках подсистемы «дорожная карта» (Рис. 63) в зависимости от обстановки, характера и масштаба реальной аварийной опасности и прогнозируемой угрозы КПА в системе ОПО НГК могут устанавливаться следующие режимы функционирования КСР-О:

режим проектной опасной деятельности (зеленая «карта опасностей») – исполнение плановых функций по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности;

режим повышенной аварийной опасности (оранжевая «карта опасностей») – исполнение функций по внеплановому контролю и надзору в сфере промышленной безопасности на высокорисковых ОПО НГК;

режим угрозы КПА (красная «карта опасностей») – перевод органов управления, сил и средств функциональной подсистемы контроля за химически опасными и взрывопожароопасными объектами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в режим повышенной готовности к оперативно-тактической локализации последствий реализации угрозы крупной аварии на конкретном поднадзорном ОПО.

4.7.3 Этапы создания и развития КСР-О

Создание и развитие КСР-О осуществляется поэтапно путём интеграции КСР-О и действующей системы обеспечения промышленной безопасности страны без снижения их функциональности, с заблаговременной разработкой и принятием законодательных и нормативных правовых актов, определяющих эту интеграцию и функционирование элементов новой подсистемы и системы в целом, а затем и развития созданной КСР-О.

Создание и развитие КСР-О осуществляется в три этапа. На первом этапе:

1) разрабатываются и согласовываются проекты основных законодательных и нормативных правовых актов создания и функционирования КСР-О;

2) создается и начинает внедряться подсистема сбора, подготовки и предварительного анализа первичных данных, необходимых для формирования «карты опасностей аварий» поднадзорных ОПО, в т.ч. разрабатываются проекты:

аналитического модуля подсистемы «Аварийность и травматизм» КСИ для формализованного сбора сведений об опасностях аварий на ОПО НГК, пригодных в качестве исходных данных для проведения автоматизированного анализа опасностей крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК;

информационной подсистемы КСИ, формализующей имеющиеся на ОПО НГК данные декларирования промышленной безопасности для автоматизированной классификации опасности аварий;

информационная система непрерывного дистанционного надзора за высокоопасными объектами нефтегазового комплекса.

На втором этапе:

1) создается и внедряется ключевая информационно-аналитическая подсистема КСР-О - динамическая «карта опасностей аварий» поднадзорных производственных объектов, в т.ч. разрабатываются:

концепция «карты опасностей аварий» поднадзорных производственных объектов на основе современных геоинформационных технологий;

перечень основных показателей опасности аварий (показателей риска), необходимых и достаточных для ранжирования измеряемых опасностей аварий (в т.ч. крупных), и соответствующих отраслевой специфике ОПО НГК (в форме проектов руководств по безопасности);

методическое обеспечение оценки показателей риска крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК (в форме проектов руководств по безопасности);

типовые формы представления, состава и структуры показателей риска аварии в виде «карты опасностей аварий» поднадзорных ОПО НГК (в форме проектов руководств по безопасности);

2) в действующую систему обеспечения промышленной безопасности в Российской Федерации, в том числе в систему непрерывного дистанционного надзора за опасными объектами нефтегазового комплекса с применением современных средств информационно-коммуникационных технологий, интегрируются разработанные на первых и вторых этапах элементы и подсистемы КСР-О, и создаётся опытная система мониторинга и анализа опасностей аварий, оценки угроз крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК, включая формирование перечня и мониторинг состояния безопасности опасных производственных объектов с чрезвычайно высоким уровнем риска аварий.

На третьем этапе:

1) формируются и обосновываются проекты «дорожных карт» риск-ориентированного надзора по предупреждению крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК, в т.ч. разрабатываются:

методическое обеспечение установления рекомендуемых допустимых уровней риска аварий на опасных производственных объектах и уровней недопустимых угроз крупных промышленных аварий в системе ОПО НГК,

методическое обеспечение разработки мер предупреждения крупных промышленных аварий на высокоопасных производственных объектах, включая методические подходы снижения риска аварии и разработки компенсирующих мероприятий при обосновании безопасности ОПО,

модуль прогнозирования крупных промышленных аварий с использованием результатов анализа актуальных данных «карты опасностей аварий» поднадзорных ОПО НГК;

2) в действующую систему обеспечения промышленной безопасности, в том числе в систему непрерывного дистанционного надзора за опасными объектами нефтегазового комплекса с применением современных средств информационно-коммуникационных технологий, интегрируются все разработанные элементы и подсистемы КСР-О и создаётся единая система мониторинга и анализа опасностей аварий на ОПО НГК и угроз крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО, включающая «карту опасностей аварий», динамический перечень опасных ОПО с чрезвычайно высоким и высоким уровнем риска аварий, мониторинг состояния безопасности, прогнозирование и предупреждение возникновения угроз крупных промышленных аварий в системе поднадзорных ОПО НГК.

Все этапы и подэтапы требуют необходимой научно-технической поддержки и методического обеспечения обоснованными результатами соответствующих законченных НИР и (или) НИОКР.

4.8 Основные выводы к главе 4

Практические результаты теоретических исследований причин и последствий российских и зарубежных КПА формализованы в разработанную долгосрочную концепцию поэтапного создания, обслуживания и развития информационно-

аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий, по результатам разработки и внедрения функциональных элементов которой могут быть выделены следующие ключевые положения проведенного исследования:

1. Безопасное производство и безопасный труд в промышленности, как важнейшие цивилизационные ценности индустриальной России, требуют специального научно-технического и социально-экономического обслуживания в кризисе индустриализма, – традиционные способы обеспечения безопасности требуют дополнения и модернизации постиндустриальными риск-ориентированными подходами, особенно в предупреждении угроз крупных промышленных аварий;

2. К крупным аварийным угрозам в системе поднадзорных опасных производств топливно-энергетического и нефтегазового комплекса России целесообразно относить возможные аварии с числом погибших от 10 до 50 чел., пострадавших – от 300 до 1500 чел., с аварийным разливом нефти и нефтепродуктов от 700 до 3000 т, с материальным ущербом от 0,1 до 1 млрд руб, а более тяжелые аварии классифицировать как особо крупные, аварийно-промышленные катастрофы. Агрегированный показатель опасности аварии с различными видами потерь целесообразно оценивать по индексу принадлежности к КПА, суммирующему условные количества погибших, пострадавших и материального ущерба, отнормированные по уровням возможных потерь в КПА;

3. В современных кризисных условиях постиндустриализма повышается критичность и актуальность проблемы обеспечения промышленной и энергетической безопасности ОПО НГК, а ее решение остается важной государственной функцией, составной частью обеспечения национальной безопасности промышленно-развитой страны. Информационно-аналитическая система предупреждения КПА на базе риск-ориентированной «карты опасностей» в системе поднадзорных ОПО НГК – необходимый инструмент устойчивого социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности

страны, промышленной и энергетической безопасности ее нефтегазового комплекса, проведения технологической модернизации в топливной промышленности в целом;

4. Модернизированная система обеспечения промышленной безопасности должна базироваться на актуальных данных о структуре существующих аварийных опасностей и угроз КПА, не столько на отдельном ОПО, сколько в системе поднадзорных ОПО НГК в целом. Требуется внедрение динамического категорирования ОПО НГК по уровню (степени) риска аварии в процессе эксплуатации в дополнение к предрегистрационному присвоения класса опасности производственному объекту;

5. Для предупреждения КПА более важно отслеживать не сам факт проявления угрозы, а приближение состояния ОПО к переходному моменту вызревания реальных угроз из многочисленных предаварийных опасных инцидентов. Постиндустриальный риск-ориентированый анализ должен фокусироваться на исследовании состояний перехода опасности аварии в угрозу КПА. Основная функциональная задача в сфере обеспечения промышленной безопасности – формулировать и ставить запреты (законодательные, технологические, экономические, социальные и др.) на перерастание опасности производственных объектов в угрозу возникновения промышленных аварий, в первую очередь – крупных.

Методические подходы разработанной в исследовании концепции КСР-О использованы в одобренной Ростехнадзором 31.12.2014 г. Концепции (состава и структуры) комплексной системы прогнозирования, выявления, анализа и оценки рисков аварий на объектах топливно-энергетического комплекса и смежных отраслей промышленности (госконтракт № 32-ГК/2014).

Заключение

В периоды становления, развития и модернизации промышленного производства, проявления аварийности и травматизма сигнализируют о наличии устранимых технологических неполадок, тогда как крупные промышленные аварии отражают зарождение и вызревание кризисов индустриализма, постиндустриального перехода и смены технологических укладов. Крупные промышленные аварии – не только маркеры индустриальных кризисов, но и важный источник накопления антикризисных знаний. Такие аварии дают предупредительный сигнал о вызревании и возможных путях преодоления индустриального кризиса в промышленно-развитой страны (в технологическом, социальном, экономическом и др. укладах).

Поиски и разработка инновационных способов предупреждения аварийности и травматизма активизируются после фактов и расследований крупных промышленных аварий, инвентаризируя накопление трагических знаний об индустриальных опасностях. Большой массив неосвоенных знаний о промышленных опасностях вскрыли пореформенные техно-социальные аварий.

Промышленное производство по-своему возникает и развивается в разных странах и культурах, а происходящие промышленные аварии имеют оттенки и доминанты разных волн модернизации промышленности, – такие аварии будут разные и по причинам, и по способам предупреждения, хотя могут происходить даже в один период, и в одной и той же отрасли промышленности и быть схожими по внешним последствиям. Отечественные крупные промышленные аварии наглядно отражают хронологию кризисных явлений индустриального развития и особенности российского постиндустриального перехода на рубеже XX-XXI вв. /в слэш-скобках указано число погибших/:

— Сакурская-1978 /72/, Молодогвардейская-1979 /54/, Горская-1980 /68/ – аварии «застоя» (кризис классического индустриализма);

— Чернобыль-1986 /80/, Ясиновская-1986 /30/, Чайкино-1987 /36/, Уфа-1989 /575/, Ионава-1989 /5/ – аварии Перестройки и краха СССР (антииндустриальный постмодерн);

— Шевякова-1992 /25/, Центральная-1993 /28/, Баренцбург-1997 /23/, Зыряновская-1997 /67/, Центральная-1998 /27/ – аварии периода российских радикальных реформ 1990-х гг. (деиндустриализация);

— Тайжина-2004 /47/, Есаульская-2005 /25/, Центральная-2006 /25/, Ульяновская-2007 /110/, Юбилейная-2007 /39/ – аварии последствий радикальных реформ 1990-х гг. загрузки омертвленных производственных мощностей в 2000-х гг. (последствия деиндустриализации);

— СШГЭС-2009 /75/, Распадская-2010 /91/ – аварии последствий реформы технического регулирования (периферийная вестернизация);

— Воркутинская-2013 /19/, Ачинск-2014 /8/, Северная-2016 /36/ – аварии «кризиса контрреформ» (импортозамещающая технологическая модернизация).

Трагические факты крупных промышленных аварий вскрывают существенные дисбалансы и очерчивают значительные области незнания в больших социо-технических системах доминирующей индустриальной культуры безопасности, а не только в промышленном производстве и на опасных производственных объектах. Опыт изучения структуры причин индустриальных аварий дает функциональные навыки и организационно-технологические способы обнаружения, смягчения, предупреждения и преодоления многих других проявлений кризиса технической культуры в индустриальном обществе.

Каждая промышленная авария уникальна, поэтому даже извлеченные из нее уроки достаточно сложно воспринимаются и распространяются на сходные технологии аналогичных опасных производств. Для подобных невоспроизводимых уникальных аварийных явлений необходима независимая внешняя система специальных организационно-технических способов и мер по извлечению, накоплению, распространению и использованию крайне ценных аварийных знаний, трагически порождаемых «внелабораторными

экспериментами» в исторически большой и сложной технико-социальной системе поднадзорных опасных производственных объектов, и в первую очередь для энергоемких отраслей нефтегазовой промышленности. В каждом высокоорганизованном индустриальном обществе беспристрастная фиксация и ответственный анализ уроков крупных промышленных аварий – необходимая технико-социальная функция обеспечения безопасного промышленного жизнеустройства. Предупреждение индустриально-технологических бедствий – наиболее известная и только «видимая» подфункция главной задачи по аккумуляции «обузданной» силы новых технологий из «взрыва» аварийных знаний. В развитых индустриальных странах эту функцию осуществляют исторически сложившиеся институционализированные структуры (государственные, общественные, хозяйственные, международные, наднациональные и др.). В советский период становления и развития тяжелой промышленности главными и уже традиционными из них стали государственный надзор за безопасностью работ в промышленности, научная система отраслевых исследований и службы государственной стандартизации и нормирования опасной производственной деятельности. В постсоветские годы разгосударствливающих реформ функции обеспечения безопасности в промышленности передавались с внешних (независимых) надзорных, исследовательских и нормообслуживающих структур на внутренние (соподчиненные) уровни менеджмента новых экономических агентов. Конкурирующие реформированные хозяйствующие субъекты не преумножили доставшееся наследие безопасности и не создали принципиально новых действенных «рыночных» структур, необходимых и достаточных для противодействия известным и новым промышленным опасностям аварийности и травматизма. В реформы нарастал дисбаланс по сокращению функции обслуживания имеющихся основных фондов, когда постмодернистские структуры капиталовложений в лучшем случае инвестировали в создание новых промышленных установок и технологических кластеров, питающихся ресурсами эксплуатируемых на износ инфраструктур периферийной промышленности.

Накопленные и немонетизируемые ресурсы и знания обеспечения безопасности во многом сохраняются в технической культуре инерционно. Созданная в реформы «инвестиционная привлекательность» резко сдвинула «цену безопасности» от незримого расчетливого предупреждения к медийной героизации ликвидации последствий аварий, представляемых в средствах массовой информации разгулом неуправляемой стихии (природы или рынка), не связанной с целевыми реформами деиндустриализации и технического регулирования.

Перенятые и внедренные в постсоветский период специфические инструменты предупреждения крупных промышленных аварий (лицензирование, декларирование, страхование, обоснование безопасности) не стали пока полноценными «рыночными механизмами» поддержания безопасности, все сокращается их предполагавшийся функционал как невыгодного предпринимателю «налога на опасности», растет спрос и предложение опасной предпринимательской инициативы на «индульгенции безопасности», на бессрочное и безусловное снятие обременения безопасности с собственников и эксплуатантов опасных производств.

Дореформенные основные фонды и кадровый потенциал традиционных структур обеспечения промышленной безопасности (госнадзоры, отраслевая наука и госнормирование) перестали должным образом обслуживаться, а высвободившие средства («избыточные инвестиции») не были эффективно вложены на становление новых структур обеспечения промышленной безопасности (саморегулирование, страхование, гармонизация, инвестиционный климат безопасности и т.п.). Старое расщепляется, а новое полноценно не заработало или работает по-иному, чем планировалось, выполняет и другие функции. О долгосрочности накопления и обработки традиционных знаний и устойчивости применения традиционных подходов предупреждения техногенных опасностей наглядно свидетельствует тот факт, что на заре российского законотворчества был принят ряд важных федеральных законов прямого действия

в области обеспечения безопасности в техносфере: 1994 г – «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и «О пожарной безопасности»; 1997 г. – «О безопасности гидротехнических сооружений» и «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В данных законах достаточно четко закреплены базисные, традиционные государственные функций по гражданской обороне и по защите жизнедеятельности россиян от пожаров и техногенных аварий. Но в этих же законах был сделан и существенный шаг вперед: от гражданской обороны к предупреждению и ликвидации ЧС, от рассыпающихся в реформы «методов пожарной команды» к целостной пожарной безопасности, от техники безопасности к промышленной безопасности опасных производственных объектов. В ходе перманентных реформ современное российское законодательство в сфере обеспечения безопасности реформируется в «перевернутую пирамиду», когда основополагающих нормативов стало существенно больше технических и прикладных.

Предполагавшийся внутренний самоконтроль постиндустриального типа пока не возник (и по культурным, и по технологическим ограничениям), сила традиционного внешнего надзора ослаблена перманентными реформами. Исчезает и надсистемная оболочка производства, распределения и потребления научных знаний о безопасности национальной индустриальной культуры. Она благожелательно замещается бесконтрольным и доверительным заимствованием «внутренне безопасных» технологий, неявно несущих иные нетрадиционные ценности свободы и безопасности извне, ослабляя научно-технический суверенитет и защищенность от «местных опасностей» промышленных аварий.

Импортируемые гиперсовременные новые «пакетные» технологии анклавами монтируются в архаизируемое промышленное окружение, из которого изымаются и отправляются в основном на экспорт накопленные, разведанные и обустроенные ранее энергетические и сырьевые ресурсы «советского индустриализма». Смена экспорториентации на импортозамещение в добыче,

переработке, распределении и потреблении нефти и газа – важный фактор в анализе изменений опасностей КПА на ОПО НГК.

Опасности новых крупных промышленных аварий детерминированы не только значительными физико-химическими запасами и потоками энергий и опасных веществ, обращающихся на опасных производственных объектах (энергетические и энерго-энтропийные концепции возникновения аварийности и травматизма). В современных условиях кризиса индустриализма в причинах крупных промышленных аварий доминирует не потенциал физической силы индустриальных энергозапасов (в сетевых и распределенных постиндустриальных структурах он даже снижается), а слабости и эрозия технологической защищенности вследствие роста информационного шума в системе поднадзорных опасных производств (информационно-энтропийная концепция крупных промышленных аварий). Порожденные в реформы новые промышленные опасности переходных постиндустриальных трансформаций не были окультурены в защитные инновационные научно-технические средства обеспечения безопасности в промышленности, а были временно исключены из анализа посредством информационного зашумления и «управления риском» в реформу технического регулирования (имитационная гармонизация выборочных евронорм, расчленение целостного обеспечения безопасности больших систем на конкурирующие области: проектирование и эксплуатацию, на надежность и товарность, на регулятора и предпринимателя, и т.д.). Аварии вскрывают обширные области незнания, и этим дают шанс получить силы из трагического знания для предотвращения будущих бедствий. Нерационально и опасно отстраняться от научного анализа техногенных катастроф в больших социо-технических системах. Такой анализ ранее проводился в рамках функций отраслевой научной системы, а сегодня – в основном в структурах страхования, контрольных и надзорных органов (общественных и государственных).

Промышленные аварии с середины XX века обозначили вызов (смертельный предел) существованию классического индустриализма. Высокоразвитые страны первого мира осуществляют переход в гипериндустриализм, когда

промышленные опасности вытесняются в индустриализующиеся страны третьего мира и деиндустриализующиеся второго.

Современная проблема предупреждения вызревания катастрофических угроз из латентных опасностей крупных промышленных аварий определяется в основном неадекватностью традиционных мер защищенности от хорошо изученных промышленных «стабильных» опасностей классического индустриализма для «переходных» условий постиндустриального кризиса.

В российских антикризисных программах результаты проведения сравнительных исследований причин и последствий «кризисных» крупных промышленных аварий должны стать базовым источником производства новых научных знаний для отечественных промышленных инноваций и разработок. Необходима специальная программа смены (т.е. разработки, принятия, перехода, освоения) индустриальных требований безопасности на постиндустриальные. В настоящее время для ОПО НГК разработаны специальные (шунтирующие) риск-ориентированные руководства, нормы и правила промышленной безопасности.

Предназначение требований безопасности не в «увеличении благ», а в «сокращении ущербов», несмотря на то, что главный критерий успеха в индустриальном обществе – экономическая эффективность, при оценке которой зачастую аварии на ОПО и их долговременные негативные последствия исключаются из анализа опасных последствий.

При первичном столкновении с проблемой крупных промышленных аварий, в условиях недостатка знаний об их угрозах, вынужденно приходилось изначально устанавливать чрезвычайно жесткие требования безопасности, иногда даже фактически замораживавших развитие отдельных аварийноопасных технологий промышленности и транспорта (например, продуктопроводы ШФЛУ). Освоение общего инструментария анализа опасностей и оценки риска аварий позволяет применять для опасных производственных объектов не только детерминистские методы «защиты расстоянием», но и для их проблемных составляющих и участков дополнительно использовать возможностные методы

«защиты временем» (особенно важно для новых технологий в НГК – в шельфовой добыче нефти и газа, в производстве и транспорте сжиженного природного газа).

Проведенный анализ опасностей происшедших и оценка риска возможных крупных промышленных аварий показывает, что фонд традиционных знаний, содержащихся в отечественных правилах промышленной безопасности (включая качественные признаки и количественные индикаторы), невозможно заменить только результатами качественной и количественной оценки риска аварии. Первые упорядочивают прошлое и предупреждают известные неудачи в настоящем, а посредством вторых выявляют угрозы в будущем. Риск-ориентированные методы обеспечения промышленной безопасности не конкурируют с традиционными подходами обнаружения и предупреждения опасностей аварий, не отрицают, а взаимодополняют и обогащают друг друга. Безопасное производство и безопасный труд в промышленности были, остаются и должны сохраняться как важнейшие завоевания и отличительные признаки российской индустриальной культуры безопасной промышленности. Современная сфера промышленной безопасности – не только обеспечивает защищенность рискующих, но и становится источником новых научных знаний для технологических инноваций суверенного постиндустриального и безопасного развития России.

Основные научные выводы, теоретические и практические результаты диссертационного исследования:

1. Ретроспективный анализ научно-технической проблемы опасностей и угроз КПА в Новое и Новейшее время показал, что: промышленные аварии с середины XX в. обозначили фундаментальный предел опасного расширения классического индустриализма; современные КПА – следствие кризиса культуры безопасности промышленного производства, проявляющегося в смене индустриальных норм безопасности на постиндустриальные, организационно-техническом сдвиге от предупреждения к ликвидации последствий, в

модернизаторском дрейфе научных идеологий от «абсолютной безопасности» к «абсолютному риску».

КПА – постиндустриальные явления резкого и необратимого роста информационно-энергетической разупорядоченности сложных технико-социальных индустриальных систем в предельно опасных кризисных состояниях неопределенности, когда традиционные меры защищенности от известных опасностей неадекватны новым аварийным угрозам в переходных постиндустриальных процессах.

В работе предложена риск-ориентированная модель структуры техногенных опасностей современных КПА, включающая оценку значимости возможности социальных, хозяйственных и статусных аварийных потерь и поставарийных последствий непредотвращенных КПА вследствие опасностей и конфликтов технологических модернизаций.

2. Современные методы предупреждения КПА исторически связаны, но не следуют впрямую из традиционной охраны труда и техники безопасности: угрозы КПА сигнализируют не только о технологических упущениях, но и о возникновении более фундаментальных технико-социальных опасностей при выборе защитного или имитационного вектора технологической модернизации индустриальной страны в целом, а не только ее промышленного базиса.

При исследовании индустриальных опасностей и постиндустриальных угроз КПА в реформируемых и модернизируемых российских ОПО НГК разработаны и получены оценки риск-ориентированных индикаторов аварийных опасностей в нефтедобывающей промышленности, в нефтегазопереработке и на магистральном трубопроводном транспорте, показавшие значительное возрастание постиндустриальных угроз КПА в условиях российской деиндустриализации 1990-х гг. и техрегулирования 2000-х гг.:

- в 1990-х гг. при спаде нефтедобычи на 40%, почти четырехкратном снижении производительности труда и трехкратном сокращении эксплуатационного бурения, абсолютный смертельный производственный

травматизм оставался на уровне 20-28 погибших/год, относительный вырос почти на 70% (с 5,2 до 8,8 смертей/100 млн т), а последующий восстановительный трехкратный рост производительности труда сопровождался почти двукратным ростом риска гибели для российского нефтяника;

- на магистральном трубопроводном транспорте в 1990-х гг. удельная аварийность на грузооборот резко выросла более чем в 7 раз и только в начале 2010-х гг. вернулась к дореформенным уровням.

Установлено, что для оценки опасностей и угроз КПА традиционные индикаторы аварийности и травматизма необходимо дополнять специальными риск-ориентированными показателями возможности и степени тяжести (в т.ч. крупных) промышленных аварий: удельными для отдельных ОПО НГК и абсолютными для системы поднадзорных ОПО НГК.

3. Разработаны риск-ориентированные научно-методические подходы оценивания риска КПА для обоснования промышленной безопасности, установления допустимых уровней аварийного риска и определения степени опасности возможных аварий на ОПО НГК, которые реализованы в действующих нормативах Ростехнадзора в сфере обоснования безопасности ОПО, анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО НГК.

С современных позиций системного анализа безопасности технико-социальных производственных систем уточнен понятийный базис и упорядочена риск-ориентированная терминология в сфере промышленной безопасности.

Показано, что критерии допустимого риска аварии необходимо устанавливать в соответствии с отраслевым уровнем аварийных угроз, в т.ч. КПА на ОПО НГК. Вследствие значительного разнообразия возможных причин аварий на ОПО НГК, сценариев их возникновения и развития, широкого спектра возможных последствий промышленных аварий, установление абсолютно одинаковых критериев допустимого риска аварии для разных ОПО НГК не представляется возможным: допустимый риск аварии, как мера приемлемой

опасности, не может приниматься единственным критерием обеспечения промышленной безопасности ОПО НГК.

Основным критерием обеспечения безопасной эксплуатации ОПО целесообразно рассматривать совокупность предельных значений параметров безопасной эксплуатации и условий невозникновения аварийных угроз КПА при полном исполнении действующих требований промышленной безопасности.

Предложены удельные показатели аварийной опасности и оценены фоновые риски аварий на ОПО нефтяной и газовой промышленности в сопоставимых с бытовыми опасностями показателях риска гибели людей в техносфере.

Показано, что для предупреждения КПА необходимы не только новые знания, но и актуализация известных научно-практических подходов из других сфер деятельности. Разработанный риск-ориентированный подход в анализе сложных систем и опасностей КПА сосредоточен на межсекторном исследовании возможных аварийных ущербов – раздельно частых/незначительных и уникальных/тяжелых, с вытеснением усредненных показателей «индивидуального риска» из уже ставшей традиционной сферой оценки риска аварий.

4. Практические результаты теоретических исследований причин и последствий российских и зарубежных КПА формализованы в разработанную долгосрочную научно-техническую концепцию информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз КПА в системе поднадзорных ОПО НГК (КСР-О), включающую динамически формируемую карту опасностей КПА с разработанным классификатором степени аварийного риска. КСР-О необходима для: проведения безопасной технологической модернизации поднадзорных ОПО НГК; адаптации подсистемы промышленной безопасности ОПО НГК к новым пореформенным угрозам и вызовам; усовершенствования всей системы национальной безопасности постиндустриальной России.

Постиндустриальный риск-ориентированный анализ безопасности ОПО должен фокусироваться на исследовании противоаварийной защищенности в нестабильных состояниях перехода «опасность–угроза», с последующим динамическим категорированием ОПО по уровню (степени) риска аварии в процессе эксплуатации в дополнение к предрегистрационному установлению класса опасности ОПО.

Основная функция современных структур обеспечения промышленной безопасности – разрабатывать, обосновывать и ставить действенные запреты (законодательные, технологические, экономические, социальные и др.) на перерастание потенциала опасности производственных объектов в непосредственную угрозу промышленных аварий, в первую очередь – крупных.

5. На основании выполненных автором исследований в диссертационной работе разработаны теоретические положения риск-ориентированного анализа опасностей и угроз крупных промышленных аварий в отечественном нефтегазовом комплексе, решена научно-методическая проблема обоснованного отступления от индустриальных норм безопасности для модернизируемых технологических процессов, а также изложены новые научно обоснованные технологические решения установления допустимого риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мер на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса.

В перспективных тематических исследованиях целесообразна дальнейшая научно-техническая разработка:

- постиндустриальных риск-ориентированных индикаторов аварийной опасности и антиаварийной защищенности: показателей связывающих случайную величину ущербов от КПА и период времени между ними в больших межотраслевых системах поднадзорных ОПО; показателей надзорной деятельности за эксплуатацией ОПО в квазирыночных условиях – изменения удельной разницы риска потерь собственника из-за допущения снижения

антиаварийной защищенности (возмещение вреда плюс санкции) и риска причинении вреда имуществу собственника;

- методического обеспечения постиндустриальной подсистемы промышленной безопасности в системе безопасности РФ для концептуального перехода от поставарийного регулирования к государственному планированию противоаварийной защищенности от КПА на основе мониторинга полного риска издержек аварийности и травматизма при долгосрочной безопасной эксплуатации технологически модернизируемых ОПО.

Для перспективных исследований и предотвращения угроз КПА необходим детализированный структурно-функциональный анализ обеспечения промышленной безопасности в России и разработка методического обеспечения научно-технологического анализа и оценки риска снижения противоаварийной защищенности в системе отечественных ОПО НГК.

Список сокращений и условных обозначений

Анализ риска	–	Анализ опасностей и оценка риска
ДТП	–	Дорожно-транспортное происшествие
КПА	–	Крупная промышленная авария
КСР-О	–	Комплексная информационно-аналитическая система риск-ориентированного предупреждения угроз крупных промышленных аварий
Концепция КПА	–	Концепция информационно-аналитической системы риск-ориентированного предупреждения угроз (крупных) промышленных аварий
КСИ	–	Комплексная система информатизации Ростехнадзора
ЛЧ	–	Линейная часть
МТТ	–	Магистральный трубопроводный транспорт
МТ	–	Магистральный трубопровод
МГ	–	Магистральный газопровод
МН	–	Магистральный нефтепровод
МНПП	–	Магистральный нефтепродуктопровод
НОА	–	Наиболее опасный по последствиям сценарий аварии
НГК	–	Нефтегазовый комплекс
НПЗ	–	Нефтеперерабатывающий завод
НП	–	Территории городов и других населенных пунктов
НС	–	Несчастный случай на ОПО НГК
ОПО	–	Опасный производственный объект
ОБ	–	Обоснование безопасности опасного производственного объекта
ОПВБ	–	Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
ПК	–	Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности
ПТ	–	Промысловый трубопровод
ПМЛА	–	План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий
СТУ	–	Специальные технические условия для разработки проектной документации на объект капитального строительства
СМИ	–	Средства массовой информации
СУПБ		Система управления промышленной безопасностью

ТЭК	–	Топливно-энергетический комплекс
Техрегулирование	–	Техническое регулирование
ФНП	–	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности
ЧП	–	Чрезвычайное происшествие
ЧС	–	Чрезвычайная ситуация
ШФЛУ	–	Широкая фракция легких углеводородов

Словарь терминов

Опасный производственный объект (ОПО) - предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в Приложении 1 к 116-ФЗ [76]:

– ОПО ведения горных работ угольной промышленности, горнорудной и нерудной промышленности, объекты подземного строительства;
– ОПО нефтегазодобывающей промышленности;
– ОПО нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности и объекты нефтепродуктообеспечения;
– ОПО магистрального трубопроводного транспорта и подземн. хранения газа;
– ОПО металлургических и коксохимических производств;
– ОПО газораспределения и газопотребления;
– Взрывоопасные и химически опасные производства и объекты спецхимии;
– ОПО производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения;
– ОПО транспортирования опасных веществ;
– Взрывоопасные объекты хранения и переработки растительного сырья;
– ОПО, на которых используется оборудование, работающее под давлением;
– ОПО, на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы и подъемные сооружения.

Объекты топливно-энергетического комплекса и смежных отраслей промышленности (ОПО ТЭК) – опасные производственные объекты электроэнергетики, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой, угольной, сланцевой и торфяной промышленности, а также опасные производственные объекты нефтепродуктообеспечения, теплоснабжения и газоснабжения.

Опасные производственные объекты нефтегазового комплекса (ОПО НГК) – опасные производственные объекты нефтегазодобывающей промышленности, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности, нефтепродуктообеспечения, магистральных газопроводов и подземного хранения газа, магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, газораспределения и газопотребления.

Составные элементы опасного производственного объекта (*составляющие ОПО*) – участки, установки, цеха, хранилища или другие составные части, объединяющие технические устройства или их совокупность по технологическому или территориально-административному принципу и входящие в состав опасного производственного объекта.

Технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте, – машины, технологическое оборудование, системы машин и (или) оборудования, агрегаты, аппаратура, механизмы, применяемые при эксплуатации опасного производственного объекта (в ред. 116-ФЗ [76]).

Промышленная безопасность опасных производственных объектов (промышленная безопасность, безопасность опасных производственных объектов) – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий (в ред. 116-ФЗ [76]). Культивируемое свойство системы «ОПО-рискующие» сохранять состояние динамической защищенности от возникновения возможных угроз промышленных аварий.

Обеспечение промышленной безопасности – комплекс правовых, экономических, организационных, технических и технологических мер, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и на локализацию и ликвидацию последствий этих аварий, включая:

– лицензирование отдельных видов деятельности в области промышленной безопасности;
– нормативное правовое регулирование в области промышленной безопасности;
– обслуживание опасных производственных объектов профессиональными аварийно-спасательными службами или формированиями, а также нештатными аварийно-спасательными формированиями;
– обязательное страхование гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
– организация и осуществление производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте;
– планирование и осуществление мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте;
– подготовка и аттестация работников опасных производственных объектов в области промышленной безопасности;

– разработка деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов в случаях, установленных законодательством Российской Федерации в области промышленной безопасности;
– своевременные диагностика, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.
– создание и функционирование на опасных производственных объектах систем управления промышленной безопасностью в случаях, установленных законодательством Российской Федерации в области промышленной безопасности;
– создание резервов финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации аварий на опасных производственных объектах;
– создание систем наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии на опасном производственном объекте;
– техническое расследование причин аварий на опасных производственных объектах (в т.ч. сбор и анализ данных по инцидентам и авариям);
– установление требований промышленной безопасности в обоснованиях безопасности опасных производственных объектов;
– федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности;
– функционирование необходимых приборов и систем контроля производственных процессов в соответствии с установленными требованиями;
– экспертиза промышленной безопасности в случаях, установленных законодательством Российской Федерации в области промышленной безопасности (в т.ч. анализ опасностей технологических процессов);

Требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в федеральном законе "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", других федеральных законах, принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актах Президента Российской Федерации, нормативных правовых актах Правительства Российской Федерации, а также федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности (в ред. 116-ФЗ [76]).

Система управления промышленной безопасностью – комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, локализации и ликвидации последствий таких аварий (в ред. 116-ФЗ [76]);

Авария (промышленная авария, авария на ОПО, промавария) – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ (в ред. 116-ФЗ [76]).

Опасные вещества – воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды, перечисленные в приложении 1 к 116-ФЗ [76]: воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей среды.

Инцидент – отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от установленного режима технологического процесса (в ред. 116-ФЗ [76]).

Эскалация аварии – последовательное возникновение аварий, причинами которых являются поражающие факторы аварий на составляющих опасного производственного объекта или соседних опасных объектах.

Поражающие факторы аварии – физические процессы и явления, которые возникают при разрушении сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемых взрыве и (или) выбросе опасных веществ, и определяющие термическое, барическое и иное энергетическое воздействие, поражающее человека, имущество и окружающую среду.

Крупная промышленная авария (КПА) – авария на опасном производственном объекте с последствиями или угрозой последствий катастрофического характера, непоправимых для самого объекта и (или) для окружающих инфраструктур, и связанных с гибелью людей, причинением материального ущерба и (или) вреда окружающей среде, а также с катастрофическими последствиями при эскалации аварии. К последствиям катастрофического характера относятся локальные события возникновения и развития аварии, в которых погибли более 10 человек, или пострадали более 100

человек, или введен режим чрезвычайного положения, или причинен критический ущерб объектам, нарушение или прекращение функционирования которых может создать угрозы для национальной безопасности государства или оказать негативное влияние на обеспечение национальных интересов Российской Федерации, или привести к существенному снижению безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на её территории, на длительный период времени. К социальным угрозам крупных промышленных аварии относятся несоразмерности образов подобных катастроф в массовом сознании возможным ущербам от таких аварий, что при информационном разжигании технофобий может использоваться для запусков процессов дестабилизации социально-экономического положения в отрасли, в регионе, в стране.

Опасность аварии (аварийная опасность) – возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрыва и (или) выброса опасных веществ на опасном производственном объекте. Опасность аварии обусловлена как энерго-массообменными свойствами технологических процессов, так и ошибками проектирования и эксплуатации, отказами технических устройств и их систем, а также нерасчетными (запроектными) внешними природными, техногенными и антропогенными воздействиями на ОПО.

Угроза аварии – актуализированная опасность аварии, характеризующая непосредственно предаварийное состояние ОПО. Угроза аварии наступает при необоснованных отступлениях от требований промышленной безопасности, а также в случаях приближения внешних техногенных, антропогенных и природных воздействий к предельным проектным уровням.

Ущерб от аварии – потери (убытки) в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека, а также в негативном изменении окружающей среды, причиненные в результате аварии на опасном производственном объекте и исчисляемые в натуральной (денежной) форме.

Анализ опасностей и оценка риска аварий на опасных производственных объектах (*анализ риска аварии*, *анализ риска*) – специальный научно-технический

метод исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий на опасных производственных объектах. Анализ риска аварии включает взаимосвязанную совокупность процессов идентификации опасностей аварии, оценки риска аварии (для отдельных физических лиц, групп людей, имущества, окружающей среды), определения степени опасности аварий, а также разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии и/или мероприятий, компенсирующих отступления от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности при обосновании безопасности опасного производственного объекта.

Идентификация опасностей аварии – выявление источников возникновения аварий и определение соответствующих им типовых сценариев аварии.

Типовой сценарий аварии – сценарий аварии после разрушения отдельного сооружения и (или) технического устройства, а также возникновения неконтролируемого взрыва и (или) выброса опасных веществ из единичного технологического оборудования (блока) с учетом регламентного срабатывания имеющихся систем противоаварийной защиты, локализации аварии и противоаварийных действий персонала.

Сценарий развития аварии (сценарий аварии) – последовательность отдельных логически связанных поставарийных событий, обусловленных конкретным инициирующим (исходным) событием, приводящих к возникновению поражающих факторов аварии и причинению ущерба от аварии людским и/или материальным ресурсам или компонентам природной среды.

Сценарий наиболее вероятной аварии (наиболее вероятный сценарий аварии) – сценарий аварии, вероятность реализации которого максимальна за определенный период времени.

Сценарий наиболее опасной по последствиям аварии (наиболее опасный по последствиям сценарий аварии) – сценарий аварии с наибольшим ущербом людским и/или материальным ресурсам или компонентам природной среды.

Максимальная гипотетически возможная авария – авария, сопровождающаяся отказом систем противоаварийной защиты и (или)

локализации аварии и (или) реализацией ошибочных действий персонала и (или) нерасчетных внешних техногенных, антропогенных или природных воздействий и приводящая к максимально возможному ущербу.

Риск-информативные методы – взаимосвязанная совокупность вероятностных и детерминистических специальных методов исследования причин возникновения и сценариев развития возможных аварий.

Риск-ориентированный подход – выявление, анализ и прогнозирование опасностей промышленных аварий, оценка риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах для оптимизации необходимых организационно-технических мер предупреждения аварий, недопущения возникновения угроз крупных промышленных аварий и повышения эффективности обеспечения промышленной безопасности на отдельном опасном производственном объекте и (или) в системе поднадзорных объектов в целом.

Карта опасностей промышленных аварий («карта опасности») – система сбора, анализа, систематизации и представления информации о текущей и прогнозируемой ситуации с опасностями промышленных аварий, в том числе об инцидентах, авариях, несчастных случаях и угрозах крупных промышленных аварий в системе поднадзорных опасных производственных объектов, в том числе отдельно на опасных производственных объектах I и II класса опасности.

Классификация аварийной опасности ОПО ТЭК – установление категории опасности (чрезвычайный, высокий, средний или малый) объектов топливно-энергетического комплекса и смежных отраслей промышленности по степени (уровню) риска аварии и масштабу возможных аварийных последствий.

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

Оценка риска аварии – описание и определение качественных и количественных характеристик опасности аварии.

Количественная оценка риска аварии – определение значений числовых характеристик случайной величины ущерба (человеку, имуществу и окружающей

среде) от аварии на опасном производственном объекте. В процессе количественной оценки риска аварии оцениваются значения вероятности (частоты) и соответствующей степени тяжести последствий реализации различных сценариев аварий для жизни и здоровья человека, имущества и окружающей среды.

Качественная оценка риска аварии – описание качественных характеристик и признаков возможности возникновения и соответствующей тяжести последствий реализации аварии для жизни и здоровья человека, имущества и окружающей среды.

Степень риска аварии (степень аварийной опасности, уровень риска аварии) – сравнительная мера опасности, характеризующая относительные возможности возникновения и последствий аварий на опасном производственном объекте и (или) его составляющих.

Фоновый риск аварии – риск аварии, характеризующий проявления аварийности на опасных производственных объектах за последние 5-10 лет.

Уровень риска аварии **($R_{дВ}$),** – величина, используемая для сравнения значений показателей риска аварий на опасном производственном объекте с фоновым риском гибели людей в техногенных происшествиях, численно равная умноженному на 10 десятичному логарифму безразмерного отношения риска аварии **(R)** к фоновому риску гибели людей в техногенных происшествиях **($R_{ГЛ}$)** и измеряется в децибелах риска гибели человека дБR. На практике уровень риска может принимать значения от -50 до +20 дБR, при этом положительные значения уровня риска характерны для случаев, когда риск аварии превышает риск гибели людей в техногенных происшествиях.

Фоновый риск гибели людей в техногенных происшествиях **($R_{ГЛ}$)** – значение риска гибели людей от пожаров и ДТП за последние 5-10 лет.

Отступление от требований ФНП – обосновываемое отступление от требований промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, их недостаточность или отсутствие.

Обоснование безопасности ОПО – документ, содержащий сведения о результатах оценки риска аварии на ОПО и связанной с ней угрозы, условия безопасной эксплуатации ОПО, требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации ОПО (в ред. 116-ФЗ [76]).

Компенсирующие меры безопасности (компенсирующие меры) – технические и организационные мероприятия, компенсирующие увеличение опасности аварии при отступлении от требований ФНП.

Коэффициент запаса **(*КЗ*)** – эмпирический коэффициент запаса на неопределенность компенсации увеличения опасности аварии при отступлении от ФНП, величина которого установлена в настоящем Руководстве.

Риск аварии на ОПО НГК до отступления от требований ФНП **(R_P)** – значение риска аварии, оцененное для опасного производственного объекта, в условиях соблюдения на объекте требований, установленных в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности.

Риск аварии на ОПО НГК при обоснованном отступлении от требований ФНП **($R_{ОБ}$)** – значение риска аварии, оцененное, в условиях реализации отступлений от требований, установленных в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности, и компенсирующих мер безопасности.

Допустимый риск аварии – установленные значения риска аварии, превышение которых создает угрозу возникновения аварии на опасном производственном объекте или характеризует недостаточность компенсирующих мер безопасности при отступлении от требований ФНП в обосновании безопасности.

Негативные последствия аварий и связанных с ними угроз (негативные последствия) – вред, причиненный жизни, здоровью, имуществу физических лиц, включая нарушение условий жизнедеятельности, вред, причиненный имуществу юридического лица, вред окружающей среде.

Взрыв – неконтролируемый быстропротекающий процесс выделения энергии, связанный с физическим, химическим или физико-химическим изменением состояния вещества, приводящий к резкому динамическому

повышению давления или возникновению ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов, способных привести к разрушительным последствиям (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 г. № 137 “Об утверждении Руководства по безопасности “Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей”).

Пожар на ОПО НГК (пожар) – неконтролируемое горение опасных веществ или любое возгорание при разрушении сооружений и (или) разрушении, отказе или повреждении технических устройств, применяемых на ОПО НГК, независимо от наличия пламени, включая задымление, обугливание, дымообразование, опаливание, коксование, карбонизацию или их очевидные признаки, причинивший материальный ущерб, вред жизни и здоровью человека, жизненно важным интересам личности и общества.

Загорание на ОПО НГК (загорание) – случай неконтролируемого горения опасного вещества, выброшенного в количестве меньшем пороговых значений для инцидента, и не причинивший материальный ущерб, вред жизни и здоровью человека, жизненно важным интересам личности и общества.

Выброс опасных веществ (выброс) – неконтролируемый и (или) контролируемый выброс опасных веществ, обращающихся на ОПО НГК, при разрушении сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, их отказе, повреждении или отклонении от установленного режима технологического процесса.

Неконтролируемый выброс опасных веществ – непредусмотренный технологическим регламентом (проектной документацией, другими документами) выброс в окружающую среду опасных веществ с взрывом или пожаром, а так же без взрыва и пожара в количествах свыше установленных для инцидентов.

Контролируемый выброс опасных веществ – выброс опасных веществ на ОПО НГК без взрыва и пожара в режиме предусмотренного (проектной документацией, другими документами) срабатывания и действия систем противоаварийной защиты и иных штатных систем предупреждения и

локализации последствий аварии, в количествах меньше установленных для аварий.

Утечка опасных веществ (утечка) – выброс опасных веществ на ОПО НГК без взрыва, пожара, загорания и загрязнения водных объектов в количествах меньше, установленных для инцидентов.

Разгерметизация – нарушение герметичности оборудования, в котором обращаются опасные вещества, вследствие разрушения сооружений и (или) разрушения, отказа или повреждения технических устройств, применяемых на ОПО НГК.

Разрушение сооружений или технических устройств, применяемых на ОПО НГК (разрушение) – полная или близкая к ней утрата эксплуатационного состояния сооружения, или технического устройства, приведшая к немедленной (нештатной, незапланированной или аварийной) остановке технологического процесса сроком более чем 72 часа и требующая проведения ремонта по приведению (восстановлению) сооружений или технических устройств в соответствие с нормативно-технической документацией.

Отказ технического устройства – временная утрата техническим устройством, применяемым на ОПО НГК, работоспособного состояния, приведшая к одному или нескольким из следующих событий:

- к выбросу опасных веществ без взрыва, пожара и (или) загрязнения водных объектов в количестве меньшем пороговых значений, установленных для аварий;
- к немедленной остановке технологического процесса сроком не более 72 часа для проведения ремонтных работ на технологическом оборудовании или технологических сооружениях ОПО НГК.

Повреждение технического устройства – утрата техническим устройством, применяемым на ОПО НГК, исправного состояния, приведшее к одному или нескольким из следующих событий:

- к утечке опасных веществ;
- к загоранию;

- к немедленной остановке технологического процесса сроком не более 24 часа для проведения ремонтных работ на техническом устройстве или технологическом оборудовании ОПО НГК.

Отклонение от установленного режима технологического процесса – превышение предельно допустимых значений технологических параметров, установленных технологическим регламентом и (или) проектной документацией, приведшее к одному или нескольким из следующих событий:

- к выбросу ОВ в количестве меньшем пороговых значений, установленных для аварий;

- к немедленной остановке технологического процесса сроком более 24 часов, но не более 72 часов для проведения ремонтных работ на технологическом оборудовании или технологических сооружениях ОПО НГК.

Аварийное происшествие на ОПО НГК (происшествие) – событие нарушения требований промышленной безопасности на ОПО НГК с наступлением или возможностью наступления негативных последствии. По тяжести последствий различают следующие происшествия: авария, инцидент, предпосылка к инциденту, нарушения в системе управления промышленной безопасности (СУПБ), в производственном контроле (ПК) и(или) опасные отклонения технологических параметров.

Опасные отклонения технологических параметров - отклонения технологических параметров в область опасных значений.

Регламентированные значения параметров – совокупность допустимых значений параметров технологической среды, характеризующих ее состояние, при которых технологический процесс может безопасно протекать в заданном направлении (в редакции информационно-справочного приложения к [238]).

Предупредительное значение параметра – значение параметра на границе регламентированных значений параметра технологического процесса.

Опасное значение параметра – значение параметра, вышедшее за предел регламентированного и приближающееся к предельно допустимому значению.

Предельно допустимые значения параметров (установленного режима технологического процесса) – докритические значения взрывопожароопасной среды, отличающиеся от критического значения параметра на величину, равную сумме ошибки его экспериментального или расчетного определения и погрешности средств измерения, контроля, регулирования параметров в технологическом процессе и противоаварийной защите (в редакции информационно-справочного приложения к [238]).

Критические значения параметров – значения одного или нескольких взаимосвязанных параметров (по составу материальных сред, давлению, температуре, скорости движения, времени пребывания в зоне с заданным режимом, соотношению смешиваемых компонентов, разделению смеси и т.д.), при которых возможно возникновение разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ (в редакции информационно-справочного приложения к [238]).

Несчастный случай на ОПО НГК (НС) – случай причинения травмы или иного повреждения здоровья пострадавшего, происшедший вследствие аварии или инцидента на ОПО НГК; в зависимости от характера и обстоятельств происшествия, тяжести полученных пострадавшими телесных повреждений различают НС:

легкие – НС, в результате которых пострадавшими были получены повреждения здоровья, отнесенные по квалифицирующим признакам, установленным Минздравсоцразвития РФ (пр. №160 от 24.02.2005), к категории легких;

тяжелые – НС, в результате которых пострадавшими были получены повреждения здоровья, отнесенные по квалифицирующим признакам, установленным Минздравсоцразвития РФ (пр. №160 от 24.02.2005), к категории тяжелых;

со смертельным исходом – НС, в результате которых пострадавшие получили повреждения здоровья, приведшие к их смерти;

групповые с тяжелыми последствиями – НС, при которых 2 человека и более получили повреждения здоровья, относящиеся к категории тяжелых или со смертельным исходом.

Предпосылка к инциденту – отклонение от параметров режима работы ОПО НГК или отдельных его элементов, которое может приводить к негативным последствиям.

Эксплуатирующая организация – организация, эксплуатирующая опасный производственный объект на праве собственности или ином законом основании.

Устройство утилизации/локализации сброса – факел, скруббер, печь сжигания отходов, закалочный барабан или проч. подобные устройства, применяемые на ОПО НГК для смягчения последствий выброса опасных веществ через устройство сброса давления (по [313]).

Устройство сброса давления – устройство, предназначенное для открытия и сброса давления, например, предохранительный клапан, устройство тепловой разгрузки, разрывной диск, предохранительный клапан с деформируемой шпилькой, мембранное предохранительное устройство, клапаны сброса давления/вакуума и т.п. (по [313]).

Небезопасное место – точка сброса давления в атмосферу или точка выброса из разрушающего устройства (например, факела или скруббера), которая представляет потенциальную возможность образования ТВС в приземном слое или на сооружениях для высотных работ, присутствия токсичных или коррозионно-активных материалов в приземном слое или на сооружениях для высотных работ или возгорания выпускаемых потоков в месте выброса (по [313]).

Список использованной литературы

1. EU COUNCIL DIRECTIVE 82/501EC of 24 June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activites - Директива N 82/501 ЕЭС "О предотвращении крупных промышленных аварий".
2. EU COUNCIL DIRECTIVE 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances - Директива N 96/82 ЕЭС "О контроле за представляющими собой серьезную опасность авариями на объектах, имеющих дело с опасными веществами".
3. Конвенция ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий (Хельсинки 17.03.1992, с попр. 19.03.2008 // ЕЭК ООН: Нью-Йорк и Женева. – 2013. – 111 с.
4. Конвенция МОТ о предотвращении крупных промышленных аварий /Конвенция № 174: C174 Prevention of Major Industrial Accidents Convention// Принята на 80-й сессии Генеральной конференции Международной организации труда в городе Женеве 22.06.1993. Ратифицирована Федеральным законом от 30.11.2011 № 366-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 49, ст. 7044).
5. Risk analysis in process industries. European federation of chemical engineering, 1985.
6. Предупреждение крупных аварий: практическое руководство Вклад Международного Бюро Труда (Женева) в Международную программу по безопасности в химической промышленности, разработанную при участии ЮНЕП, МБТ и ВОЗ/ Под ред. проф. д-ра техн. наук Петросянца Э.В.; Пер. с англ. – Женева: Международное бюро труда, 1992. – 256 с.
7. Руководящие указания ЕЭК ООН по безопасности и надлежащей практике (Рим, Бонн – 2006 г.). Второе издание. – ЕЭК ООН: Нью-Йорк и Женева. – 2014. – 23 с.
8. Руководство по мерам безопасности и общепринятой отраслевой практике для нефтяных терминалов (Женева – 2014). – ЕЭК ООН: Нью-Йорк и Женева. – 2015. – 67 с.
9. OECD, CGPS: Guidance for Senior Leaders in High Hazard Industries, Paris: OECD HSE Publication. – 2012.
10. Kletz, T.A. What you don't have, can't leak // Chemistry & Industry. – 6. – 1978. – p. 278.
11. Kletz, T.A. Benefitits and Risks: Their Assessment in Relation to Human Needs // Endeavour, New Series Vol. 4, No. 2, 1980, Pergamon Press, Oxford, Eng.
12. Kletz, T.A. HAZOP & HAZAN - Notes on the Identification and Assessment of Hazards Institution of Chemical Engineers . – IChemE, 1983.
13. Kletz, T.A. Cheaper, safer plants, or wealth and safety at work: notes on inherently safer and simpler plants. – IChemE, 1984 – ISBN 0-85295-167-1.
14. Kletz, T.A. Learning from Accidents. – Butterworth-Heinemann. – 1994. – ISBN 0-7506-4883-X.
15. Kletz, T.A. Learning from accidents. – 3rd ed. – Gulf Professional Publishing. – 2001. – ISBN 0 7506 4883 X.
16. Kletz, T.A. Hazop and Hazan 4th ed (1999) Taylor & Francis, ISBN 0-85295-421-2.
17. Kletz T., Amyotte P. Process Plants: A Handbook for Inherently Safer Design 2nd ed, CRC Press. – 2010. – ISBN 1-4398-0455-9.
18. Farmer F.R. Today's risks: thinking the unthinkable // Nature – 1977. – 267. – pp. 92-93.
19. Farmer F.R. Some Considerations of Major Non-Nuclear Hazards// IAEA BULLETIN – Vol. 20. – №. 6. – 1978.
20. Farmer F.R. Methodology of Energy Risk Comparisons// IAEA BULLETIN – Vol. 22. – №. 5/6. – 1980.
21. Lees F. P. Loss Prevention in the Process Industries. – Butterworth-Heinemann. – 1980. – ISBN 0-408-10697-2.
22. Lees F. P. The Hazard Warning Structure of Major Hazards //Trans ICheme. – 1982. – Vo 60. – pp. 211-221.
23. Keeney R. Siting Energy Facilities. – Academic Press, NY, 1980.

24. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981, 560 с.
25. Кини Р. Размещение энергетических объектов: выбор решений. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
26. Lagadec P. Le Risque technologique majeur, Pergamon, 1981.
27. Lagadec P. Major Technological Risk. An assessment of Industrial Disasters. – 1st ed – Pergamon Press. Oxford. – 1982. – ISBN 0-08-028913-4.
28. Lagadec P. From Seveso to Mexico and Bhopal: Learning to cope with crisis. – NASA, 1985.
29. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
30. Marshall, V.C. How Lethal are Explosions and Toxic Escapes//The Chemical Engineer.– 08. – 1977.
31. Маршалл В. Основные опасности химических производств.- М.: Мир, 1989. – 672 с.
32. Inhaber, H. Risk of Energy Production // AECB-1119, Ottawa. – 1978.
33. Reissland and Harries. A Scale for Measuring Risks // New Scientist. – 1978.
34. Amoudru, C. A Study of Trends in Occupational Risks Associated with Coal Mining // IAEA BULLETIN – Vol. 22. – № 5/6. – 1980.
35. Bertin, M., Pequignot, H. Trends in Risks Associated with Gas // IAEA BULLETIN – Vol. 22. – № 5/6. – 1980.
36. Bertin, M. Studies of risks from different energy sources. Methodological comments// IAEA BULLETIN – Vol. 22. – № 5/6. – 1980.
37. Dunster, H.J. The Approach of a Regulatory Authority to the Concept of Risk// IAEA BULLETIN – Vol. 22. – № 5/6. – 1980.
38. Hamilton, L.D. Comparative risks from different energy systems. Evolution of the methods of studies// IAEA BULLETIN – Vol. 22. – №. 5/6. – 1980.
39. Блэк С.К., Нихаус Ф. Насколько безопасно «слишком» безопасное? – Бюл. МАГАТЭ, 1980, т.22 – №1, февраль, – с.47.
40. Renn O. Risk analysis: scope and limitation, in “Regulating industrial risk” (H. Otway and M. Pelty, eds.), London, 1985.
41. Кловач Е.В., Сидоров В.И. Законодательство в области промышленной безопасности//Безопасность труда в промышленности. – 1994. - № 9. – С. 34–45.
42. Кловач Е.В., Сидоров В.И. Система промышленной безопасности//Безопасность труда в промышленности. – 1998. - № 2. – С. 2–7.
43. Легасов В.А., Демин В.Ф., Шевелев Я.В. Экономика безопасности ядерной энергетике. – М.: ИАЭ-4072-3, 1984.
44. Легасов, В.А. Основы анализа безопасности в ядерной энергетике / В.А. Легасов, В.Ф. Демин, Я.В. Шевелев// Атомно-водородная энергетика и технологии: Сб. ст. Вып. 7. М.:Энергоатомиздат, 1986. – С 61-103.
45. Легасов В.А. Проблемы безопасного развития техносферы//Коммунист. – 1987. – №8. – С. 92–102/
46. Легасов В.А., Чайнов Б.Б., Черноплеков А.Н. Научные проблемы безопасности современной промышленности//Безопасность труда в промышленности. – 1988. – № 1. – с.44–51.
47. Котик М.А. Психология и безопасность. 3-е изд., перераб. и доп. – Таллинн: Валгус, 1981. – 408 с.; 1987. – 440 с.; 1989. – 449 с.
48. Котик М.А., Емельянов А.М. Природа ошибок человека-оператора (на примерах управления транспортными средствами). М.: Транспорт, 1993. – 252 с.
49. Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Предупреждение аварий в химических производствах. – М.:Химия, 1979. – 393 с.
50. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / Бесчастнов М.В. – М., Химия, 1991. – с. 432.

51. Техника безопасности. Сб. ст. Общ. ч./ под. общ. ред. О.А. Ривоша. – Л.: Сев.-Зап. Обл. Промбюро ВОНХ. – 1927. – 31 с.
52. Биленко В.Л. Безопасность и охрана труда в горной промышленности СССР к XV годовщине Октября // Безопасность труда в горной промышленности. – № 10. – 1932. – с.1–6/
53. Биленко М.В. Профессор В.Л. Биленко – основатель Государственной горнотехнической инспекции по охране труда в промышленности. – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. – 316 с.
54. Скочинский А.А. Рудничная атмосфера, 2 изд., М. – Л. – Новосиб., 1933.
55. Скочинский А.А. Краткий конспект цикла лекций о взрывах газа (метана) и пыли в угольных шахтах, М., 1940.
56. Скочинский А.А., Огиевский В.М. Рудничные пожары, 2 изд., М., 1954.
57. Синев, П.И. Основы техники безопасности. Пособие для инспекторов по охране труда. – М.: Профиздат. – 1939. – 178 с.
58. Синев П.И. Техника безопасности в машиностроении. М.: МАШГИЗ. – 1938. – 124 с.
59. Годжелло М.Г. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение. – М.: МКХ РСФСР, 1952. – 142 с.
60. Загорский, Ф.Н. Краткие очерки из истории техники безопасности в России, ч. 1. – Л.: ЛИОТ. – 1955. – 63 с.
61. Власов, А.Ф. Основы техники безопасности, 2 изд., М.: ВЦСПС Профиздат. – 1961. – 208 с.
62. Власов, А.Ф. Предупреждение производственного травматизма, М.: Профиздат. – 1973.
63. Розловский А.И. Научные основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. – М.: Химия, 1972. – 366 с.
64. Охрана труда. Уч. пос./под ред. Е.Я. Юдина. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана. – 1974. – 214 с.
65. Таубкин С.И., Таубкин И.С. Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. – М.: Химия, 1976. – 264 с.
66. Яблоков, Н.П. Исследование обстоятельств преступных нарушений правил безопасности труда. – М.: МГУ. – 1980. – 146 с.
67. Рябинин И.А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. – М.: Радио и связь, 1981 (Переиздана в Японии в 1987).
68. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Политехника, 2000.
69. Савельев П.С. Пожары-катастрофы. – М.: Стройиздат, 1983. – 315 с.
70. Бард В.Л., Кузин А.В. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – М.:Химия, 1984. – 315с.
71. Кравец В.А. Системный анализ безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1984. – 117 с.
72. Безопасность производственных процессов: Справочник / под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение. – 1985.
73. Перелет Р.А., Сергеев Г.С. Управление риском // НТР – проблемы и решения. – 1987. – № 23.
74. Перелет Р.А., Сергеев Г.С. Технологический риск и обеспечение безопасности производства. – М.: Знание. – 1988. – 64 с.
75. Управление в чрезвычайных ситуациях: проблемы теории и практики /Порфирьев Б.Н. // ВИНИТИ “Проблемы безопасности: чрезвычайные ситуации”. – 1991. – Т.1 – 192 с.
76. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" // "Российская газета", N 145, 30.07.1997.
77. Кара-Мурза, С. Г. Социально-философское обоснование промышленной политики// Российская промышленная политика и проблемы индустриализма. – М.: АО "ИКК РИА". – 1994. – с.10–24.
78. Foucault Michel. Security, Territoire, Population. Cours au Collège de France 1977–1978. Мишель Фуко. Безопасность, территория, население. Курс лекций, прочитанных в Коллеж де

Франс в 1977–1978 годах. Перевод на русский язык: В. Ю. Быстрова, Н. В. Суслова, А. В. Шестакова. — СПб.: Наука, 2011. – 544 с.
79. Директива 2012/18/ЕС ЕВРОПЕЙСКОГО ПАРЛАМЕНТА И СОВЕТА от 4 июля 2012 о контроле крупных аварий, связанных с опасными веществами, изменяющая и впоследствии отменяющая Директиву 96/82/ЕС Совета ЕС (Севезо III) //. Официальный вестник Европейского Союза. – 2012– L 197/1 – 39 с.
80. Кловач, Е.В. Европейское законодательствопо промышленной безопасности. Директива Севезо III //Безопасность труда в промышленности. – 2014. - №2. – с.34-37.
81. http://www.dailymail.co.uk/news/article-3373931/Up-100-people-killed-Nigerian-gas-plant-exploded-huge-inferno-people-queued-fuel-Christmas-Eve.html – дата обращения: 01.03.2015.
82. https://ru.wikipedia.org/wiki/Авария_на_шахте_Ульяновская – дата обращения: 04.06.2015.
83. https://en.wikipedia.org/wiki/Ulyanovskaya_Mine_disaster – дата обращения: 11.04.2015.
84. Efthimia K. Mihailidou, Konstantinos D. Antoniadis, Marc J. Assael The 319 Major Industrial Accidents Since 1917. – International Review of Chemical Engineering. – Vol. 4, N. 6, Nov 2012. – p. 529-540.
85. ARIA Database, Analysis, Research and Information on Accidents. French Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development. – http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/index_en.html – дата обращения: 02.03.2016.
86. FACTS Hazardous materials accidents knowledge base. – http://www.factsonline.nl/browse-chemical-accidents-in-database – дата обращения:22.04.2016.
87. INRS Database, Institut National de Recherche et de Securite. – http://en.inrs.fr – дата обращения: 20.03.2016.
88. eMARS Database, Major Accident Reporting System. – https://minerva.jrc.ec.europa.eu/en/emars/content – дата обращения: 19.04.2016.
89. ZEMA Database, Zentrale Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen. – https://www.umweltbundesamt.de/tags/zentrale-melde-auswertestelle-fuer-stoerfaelle – дата обращения: 11.12.2014.
90. CCPS Database, Center for Chemical Process Safety. – http://www.aiche.org/ccps – дата обращения: 17.12.2016.
91. NTSB Database, National Transportation Safety Board. – https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AccidentReports.aspx – дата обращения: 15.11.2016.
92. JST Database, Japan Science and Technology Agency. – https://www.jst.go.jp/EN/operations/operation2.html – дата обращения: 12.10.2016.
93. COSO Database, Czech Occupational Safety Office. – http://www.cubp.cz – дата обращения: 18.12.2014.
94. OSHA Database, Occupational Safety and Health Administration. – http://www.osha.gov/pls/imis/accidentsearch.html – дата обращения: 25.10.2013.
95. EM-DAT: The International Disaster Database http://www.emdat.be – дата обращения: 16.11.2016.
96. United Nations Environmental Programme. Awareness & Preparedness for Emergencies at Local Level, UNEP APELL Disasters Database. – http://apell.eecentre.org/ResourceDetailInfo.aspx?ReadDetails/id=105 – дата обращения: 13.10.2016.
97. Кара-Мурза С. Г. Манипуляция сознанием. — М.: Алгоритм, 2004. — 528 с.; М.: Эксмо, 2005. – 832 с.
98. Лебон, Г. Психология народов и масс: Пер. с фр. – М.: Академический Проект, 2012. – 240 с.
99. Информационный бюллетень Госгортехнадзора России №4 (13). – 2004. – с.18–24.
100. http://www.gazeta.ru/news/lenta/2007/08/01/n_1099791.shtml – дата обращения: 15.12.2007.
101. http://ru.wikipedia.org/wiki/Обрушение_угольной_шахты_на_Украине_(2008) – дата обращения: 12.10.2009.
102. http://en.wikipedia.org/wiki/Wangjialing_coal_mine_flood – дата обращения: 11.10.2015.

103. http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/china/8150617/China-rescues-29-miners-trapped-in-a-flash-flood.html – дата обращения: 26.08.2015.
104. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Иофис М.А. Промышленная безопасность отечественной и мировой угледобычи/ Безопасность труда в промышленности. – №9. – 2010. – с. 36–43.
105. Шпенглер О. Человек и техника. // Культурология XX век. Антология. – М., 1995. – С.454–492.
106. Коцовский Н.Д. Отчет по осмотру каменноугольных копей донецкого бассейна с точки зрения их безопасности и надзора за ними. – С.-Пб.: Тип. Сойкина, 1906.
107. Adriaan Linters, Architecture industrielle en Belgique, Industriële architectuur in België, Industria architecture in Belgium, Pierre Mardaga, Liège, 1986.
108. Mumford L. Technics and Civilization. New York, Harcourt Brace ,1934.
109. Тавризян Г.М. Философы XX века о технике и «технической цивилизации». – М.: РОССПЭН, 2009. – 216 с.
110. Современные опасности крупных промышленных аварий: состояние, предупреждение и прогноз // Рискпром.рф. – 2011. [электронный ресурс]. - http://riskprom.ru/TemaKtlg/HazSaf/2011_coal_postmodern.pdf – дата обращения: 12.11.2016.
111. Costs of Inaction on Key Environmental Challenges. – OECD Publishing. – 2008. – 214 p. (стр. 112).
112. Ciottone G. R. Disaster Medicine. – Elsevier Health Sciences. – 2006. – 952 p. (стр.788).
113. Lees F. P. Loss Prevention in the Process Industries. – Oxford: Butterworth-Heinemann. – 1996.
114. United Nations Environmental Programme. Awareness & Preparedness for Emergencies at Local Level, UNEP APELL Disasters Database. – www.unep.fr/scp/sp/disaster/database – дата обращения: 12.05.2012.
115. Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis / Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos. – Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. – 2010 – 346 p.
116. The 100 LargesT Losses 1972–2011. Large properTy damage Losses in The hydrocarbon indusery - 22rd edition. - Marsh Ltd – 2012. – 48 p.
117. The 100 LargesT Losses 1974-2013. Large properTy damage Losses in The hydrocarbon indusery - 23rd edition. - Marsh Ltd – 2014. – 52 p.
118. The 100 LargesT Losses 1974-2013. Large properTy damage Losses in The hydrocarbon indusery - 24rd edition. - Marsh Ltd – 2016. – 44 p.
119. Энциклопедический словарь, Том IX. (Гоа-Гравер)/ Изд. Ф.А. Брокгауз, И.А. Ефрон. – С-Пб. – 1893.
120. О работе и задачах Донугля. Докладная записка ЦК Союза горнорабочих СССР (Оглашению не подлежит). – Издание ЦК СГ. – Москва. – 1929.
121. Blast Victims Left Unprotected in Texas Without Emergency Plan// Bloomberg Businessweek. – By Mike Lee on May 10, 2013. – http://www.businessweek.com/news/2013-05-10/blast-victims-left-unprotected-in-texas-without-emergency-plan – дата обращения: 12.11.2013.
122. West explosion was entirely preventable // Houston Chronicle. – May 12, 2013. – http://www.houstonchronicle.com/opinion/editorials/article/West-explosion-was-entirely-preventable-4506846.php?t=23ddfdf39af77fec17 – дата обращения: 12.11.2013.
123. Texas dotted with residents vulnerable to fertilizer plant accidents // Houston Chronicle. – May 12, 2013. – http://www.houstonchronicle.com/news/houston-texas/houston/article/Texas-dotted-with-residents-vulnerable-to-4508583.php?cmpid=ael&t=fbcab01fd3a06becac – дата обращения: 12.11.2013.
124. After Plant Explosion, Texas Remains Wary of Regulation (By IAN URBINA, MANNY FERNANDEZ and JOHN SCHWARTZ) // The New York Times. May 9, 2013. –

http://www.nytimes.com/2013/05/10/us/after-plant-explosion-texas-remains-wary-of-regulation.html?hpw&pagewanted=all&_r=0&pagewanted=print – дата обращения: 12.11.2013
125. A Neighborhood Nearly Obliterated by a Blast // The New York Times. May 9, 2013. – http://www.nytimes.com/interactive/2013/05/10/us/damage-from-west-texas-explosion.html?ref=us&ref=us – дата обращения: 12.11.2013.
126. Chemical Depots Fall Under a Patchwork of Rules (By MAURICE CHAMMAH and CHRIS HOOKS) // The New York Times. May 9, 2013. – http://www.nytimes.com/2013/05/10/us/texas-chemical-depots-fall-under-a-jumble-of-regulations.html?pagewanted=2&ref=us&pagewanted=all&pagewanted=print – дата обращения: 12.11.2013.
127. West, Texas fertilizer plant failed to disclose risks to federal regulators (Brooks Hays) // GIMBY. – Government from the Ground Up. - May 01, 2013. – http://gimby.org/blogs/government-ground/20130501/west-texas-fertilizer-plant-failed-disclose-risks-federal – дата обращения: 12.11.2013.
128. Workplace accidents, fatalities lead experts to question regulatory status quo (Brooks Hays) // GIMBY. – Government from the Ground Up. - May 06, 2013. – http://gimby.org/blogs/government-ground/20130506/workplace-accidents-fatalities-lead-experts-question-regulatory – дата обращения: 12.11.2013.
129. Important safeguards missing from West Fertilizer Co (By RANDY LEE LOFTIS) // The Dallas Morning News. – May 11, 2013. – http://www.dallasnews.com/news/west-explosion/headlines/20130511-important-safeguards-missing-from-west-fertilizer-co..ece – дата обращения: 12.11.2013.
130. West Fertilizer Explosion and Fire. FINAL Investigation Report. 01/28/2016. - U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD. – 2016 – 267 p.
131. Исследование аварий в нефтехимической, химической и нефтеперерабатывающей промышленности // Рискпром.рф. – 2013. [электронный ресурс]. - http://riskprom.ru/TemaKtlg/BZD/RiskProm_CSB_WEST-2013.pdf – дата обращения: 12.11.2013.
132. Гражданкин, А.И. Исследование аварий в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности США. Правовая практика и уроки / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – № 7. – 2013. – с. 58–66.
133. Вебер М. Избранное: Протестантская этика и дух капитализма. – 3-е изд., доп. и испр. – М.; СПб.: «Центр гуманитарных инициатив», 2012. – 656 с.
134. Сорокин, П. Кризис нашего времени. – М.: ИСПИ РАН, 2009. – 388 с.
135. Кризис культуры / Доклады Центра проблемного анализа и государственно-управленческого проектирования. Вып. 9. – М.: Научный эксперт, 2014. – 80 с.
136. Штомпка П. Социальное изменение как травма: (статья первая) // Социологические исследования. – 2001. – № 1. – С. 6–16. – ISSN 0132-1625. (Пер.: А. Ю. Моисеева, Н. В. Романовский).
137. Штомпка П. Культурная травма в посткоммунистическом обществе: (статья вторая) // Социологические исследования. – 2001. – № 2. – ISSN 0132-1625. (Пер.: В. В. Репьев, Н. В. Романовский)
138. Яковлев А.Н. Реформация в России // Общественные науки и современность. – 2005. – № 2. – С.8.
139. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950–2013/ Авторы-составители: А.И. Гражданкин, С.Г. Кара-Мурза. М.: Научный эксперт, 2015. – 728 с.
140. Кожинов В.В. Россия. Век XX-й. — М.: Алгоритм, Эксмо, 2008.
141. Князева Л.К. Берг-коллегия и Берг-привилегия /Безопасность труда в промышленности. - № 3. – 2004. – с.2–4.
142. Н.Я. Данилевский. Россия и Европа (1871). – Издательство: Терра-Книжный клуб, 2008 – 704 с.

143. Путин В.В. О наших экономических задачах // Российская газета. – 2012. 30 января.
144. Состояние и перспективы реформирования российской науки/Доклады Центра проблемного анализа и государственно-управлеческого проектирования. Вып. 2. – М.: Научный эксперт, 2013. – 64 с.
145. Состояние социокультурной общности «промышленные рабочие»: условие новой индустриализации и модернизации России /Доклады Центра проблемного анализа и государственно-управлеческого проектирования. Вып. 5. – М.: Научный эксперт, 2013. – 80 с.
146. Meadows Donella H., et al. Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, New American Library, 1977, paperback, ISBN 0-451-13695-0; Universe Books, hardcover, 1972, ISBN 0-87663-222-3.
147. Медоуз, Д. и Д.. Пределы роста. 30 лет спустя = Limits to growth.The 30-year update. — М.: Академкнига, 2007. – 342 с.
148. Аттали, Ж. Краткая история будущего / Жак Аттали: [пер. с фр.]. – СПб.: Питер, 2014. – 288 с.
149. Дайзард У. Наступление информационного века // Новая технократическая волна на Западе. М.: Прогресс. 1986.
150. Грей Дж. П. Поминки по Просвещению. М.: Праксис. 2003.
151. Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э., Кара-Мурза С.Г., Деева М.А., Сафонова Ю.А. Постиндустриализм. Опыт критического анализа. – М.: Научный эксперт, 2012. – 288 с.
152. Бутаев В.Б. Постиндустриальное общество: особенности и критерии. М.:Спутник+, 2003.
153. Иноземцев В. Перспективы постиндустриальной теории в меняющемся мире. Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология/Под ред. В. Л. Иноземцева. М.: Academia, 1999.
154. Brzeziński Zb. The Information Society as Post-Industrial Society. Wash., 1983.
155. Toffler A. Future Shock. N.Y., 1971.
156. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting. N.Y., 1973.
157. Ulrich Beck: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 1986. ISBN 3-518-13326-8. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. Москва: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.
158. Giddens Anthony. Fate, Risk and Security. In: A.Giddens. Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age.Cambridge: Polity Press, 1991, p.109–143. Энтони Гидденс СУДЬБА, РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ (1991) - THESIS, 1994, вып. 5.
159. Гидденс, Э. Последствия современности. Пер. с англ. – М.: Праксис, 2011. – 352 с.
160. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. - Москва: ГНТП "Безопасность", МИБ СТС. – 1996. – 424 с.
161. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. М.: Белые Альвы, 2005.
162. Дерегулирование экономики и устранение административных барьеров, РФ (EUROPEAID/114008/C/SV/RU) // Ханёту А. / Обзор лучшей практики Евросоюза и других стран в области технического регулирования. – М.: Издательство «ТЕИС», 2005. – 88 с.
163. Аномия в России: причины и проявления / Доклады Центра проблемного анализа и государственно-управлеческого проектирования. Вып. 4. – М.: Научный эксперт, 2013. – 56 с.
164. Бауман З. Возвышение и упадок труда. СОЦИС. 2004, № 5.
165. Гражданкин А.И., Печеркин А.С. О влиянии «управления комплексным риском» на рост угроз техногенного характера//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 3. – С.38–42.
166. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Мнимый конфликт промышленной безопасности и технологической модернизации в российской нефтегазопереработке / Безопасность труда в промышленности. – № 7. – 2012. – с.85–92.
167. Белая книга: промышленность и строительство в России 1950–2014 гг. / сост. А.И. Гражданкин, С.Г. Кара-Мурза // Центр изучения кризисного общества. – М.: Научный эксперт; М.: ТД Алгоритм, 2016. – 224 с.

168. Анализ процессов приватизации государственной собственности в Российской Федерации за период 1993–2003 годы (экспертно-аналитическое мероприятие) / Руководитель рабочей группы – Председатель Счетной палаты Российской Федерации С.В. Степашин. – М.: Издательство «Олита», 2004.
169. Мануйлова А. Травматизм в новой редакции. Минтруд переписывает Трудовой кодекс// Коммерсант. – № 17 от 03.02.2016, с.2.
170. Печеркин А.С. О финансовой ответственности за причинение вреда жизни или здоровью граждан в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте// Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 2. – С.19–26.
171. http://expert.ru/news/2010/05/26/raspadskaya – дата обращения: 12.11.2013.
172. Основные направления реструктуризации угольной промышленности России/ Межведомственная комиссия по социально-экономическим проблемам угольных регионов от 21.08.1998 г.
173. Инициатива ТАСИС по муниципальной социально-экономической реформе (МЕРИТ-1). – http://www.miningtowns.ru/-LANG~44.HTM – дата обращения: 22.11.2015.
174. Шафранник Ю.К., Малышев Ю.Н., Козовой Г.И. Реструктуризация угольной промышленности России. Новая парадигма развития – М.: Нефть и газ, 2004. – 384 с.
175. Авария — дочь метана. URL: http://www.forbes.ru/ekonomika/lyudi/43145-avariya-doch-metana – дата обращения: 13.04.2016.
176. Состояние и перспективы реформирования российской науки /Доклады Центра проблемного анализа и государственно-управлеческого проектирования. Вып. 2. — М.: Научный эксперт, 2013. — 64 с.
177. Иноземцев В.Л. Горный приговор //Сноб.- 01.03.2016 г. - https://snob.ru/selected/entry/105199 – дата обращения: 12.05.2016.
178. Отчет по анализу статистики аварий и травматизма с изучением их причин. – М.: Фонд “Реформ Уголь”, 1998. – 145 с.
179. Аварийность и травматизм на опасных производственных объектах/ Отчет НИР. – М. НТЦ «Промышленная безопасность», 1998 г. – 132 с.
180. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Промышленная безопасность в отечественной добыче угля и нефти// Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 3. – С. 40–47.
181. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Иофис М.А. Промышленная безопасность отечественной и мировой угледобычи// Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 9. – С. 36–43.
182. Об индикаторах опасностей крупных промышленных аварий в угольных шахтах / А.И. Гражданкин // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – №4. – С. 52–58.
183. Параметры и показатели опасности крупных промышленных аварий в угольных шахтах / Гражданкин А.И. // Социально-гуманитарные знания. – 2016. – Т. 8. – С. 255–273.
184. Куртуа С., Верт Н., Панне Ж-Л., Пачковский А. и др. Чёрная книга коммунизма. Предисловие Яковлева А.Н. – 2-е издание. – «Три века истории», 2001. – 780 с.
185. Показатели опасности аварий на российских магистральных трубопроводах/ С.Г. Радионова, С.А. Жулина, Т.А. Кузнецова и др.// Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 11. – С. 62–69.
186. Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Заменит ли количественная оценка риска выполнение требований промышленной безопасности?//Безопасность труда в промышленности. – 2012. – №10. – С. 43–48.
187. Допустимый риск - мера неприемлемой опасности промышленной аварии //Гражданкин А.И., Печёркин А.С., Сидоров В.И.//Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 3. С. 66–70.

188. Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2004-2014 гг. http://gosnadzor.ru/public/annual_reports – дата обращения: 13.05.2015.
189. О реализации положений федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»// Жулина С.А., Титко В.Л., Лисанов М.В., Симакин В.В.//Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 3. – С. 30–34.
190. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах// Жулина С.А., Лисанов М.В., Савина А.В.//Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 1. – С. 50–55.
191. Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах", утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.05.2015 N 188.
192. Концепция совершенствования нормативной правовой базы в области проектирования, строительства и эксплуатации нефтеперерабатывающих, газоперерабатывающих и нефтехимических производств в части, касающейся изменения существующих требований безопасности (с учетом зарубежного опыта и современного развития техники и технологий), для обеспечения надлежащего уровня производственной безопасности. – Минэнерго России, ОАО «Газпром нефть», ЗАО «Технологии: Анализ и Управление». – 2010 г. (http://riskprom.ru/load/0-0-0-303-20).
193. Черноплеков А.Н., Николаенко О.В. Совершенствование нормативных правовых актов в нефтегазовом комплексе России поддерживает модернизацию// Нефть и газ. – 2011. – № 3.
194. A. Chernoplekov, O. Nikolaenko. Push to Modernize Drives Government, Industry to Rewrite Safety Regs for Processing Industry // Oil&Gas Eurasia. – № 3. – 2011.
195. Караев А., Николаенко О., Черноплеков А. По принципу разумной достаточности// ТЭК. Стратегии развития. – 2010. – № 5.
196. О.В. Николаенко, А.Н. Черноплеков, И.А. Заикин, А.С. Крюков. Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. – №4. – 2012. – с.44–51.
197. О.В. Николаенко. Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности. Доклад на заседании секции по безопасности объектов НГК научно-технического Совета Ростехнадзора. 1 ноября 2011 г.
198. Проект Правил обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих, нефтегазохимических и газоперерабатывающих комплексов. http://www.gosnadzor.ru/obsuzhdenie-zakonoproektov-proektov-normativnih-pravovih-aktov/pravila-obespecheniya-promishlennoy-bezopasosti-neftepererabativayushchih-neftegazohimicheskih-i-gazopererabativayushchih-kompleksov – дата обращения: 13.05.2015.
199. ПБ 09-566–03. Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 27 мая 2003 г. N 43).
200. ПБ 12-609–03. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 27 мая 2003 г. N 40).
201. ПБ 03-584–03. Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 10 июня 2003 г. N 81).
202. ПБ 03-591–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 10 июня 2003 г. N 83).
203. ПБ 03-585–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 10 июня 2003 г. N 80).

204. Жулина С.А. Отзыв на статью О.В. Николаенко, А.Н. Черноплекова, И.А. Заикина, А.С. Крюкова «Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности» // Безопасность труда в промышленности. – №4. – 2012. – с.52–53.
205. Фуко, М. Рождение биополитики. Курс лекций, прочитанных в Коллеж де Франс в 1978-1979 учебном году / М. Фуко; Пер. с фр. А.В. Дьяков. – СПб.: Наука, 2010. – 448 с.
206. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" "Собрание законодательства РФ", 28.07.2008, N 30 (ч. 1), ст. 3579.
207. Доклад Минэнерго России (С.И. Шматко 28 октября 2010 года) по вопросу Генеральной схемы развития нефтяной отрасли на период до 2020 года. – http://minenergo.gov.ru/press/doklady/5548.html – дата обращения: 17.05.2012.)
208. Старейший российский НПЗ подал иск о банкротстве//Ведомости. – 05.02.2016. - http://www.vedomosti.ru/business/articles/2016/02/05/626980-npz-bankrotstve – дата обращения: 13.05.2016.
209. Пять причин отставки рулевого «стройки века» // Деловая электронная газета Татарстана БИЗНЕС Online. - 01.06.2012. – http://www.business-gazeta.ru/cgi-bin/artic.pl?id=60478 – дата обращения: 13.07.2012.
210. Рустам Минниханов на ТАНЕКО: «А почему не запланированные 95 процентов?» // Деловая электронная газета Татарстана БИЗНЕС Online. - 30.12.2015. – http://www.business-gazeta.ru/article/298006/ – дата обращения: 11.01.2016.
211. Лекции по политологии. Москва, Научный эксперт, 2014. 304 с.
212. CCPS Guidelines for Facility Siting and Layout. – Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. - CCPS Publication Number G-84. – 2003.
213. International Atomic Energy Agency (IAEA). (1991). Safety Culture. Vienna: IAEA.
214. МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. – № 75-INSAG-7 – Вена: МАГАТЭ. – 1993. – 146 с.
215. Snook, S. A. Friendly fire: The accidental shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2000.
216. Мигин, С.В. Процесс принятия технических регламентов набирает обороты. Методы оценки соответствия. – №4. – 2009.
217. Почему провалилась реформа технического регулирования. Проблемы и решения: какими они видятся специалистам. М.: Промышленные ведомости. – 2009 г. – 270 с.
218. Зусмановская С.И., Корнеев Б.Ф. Разработка российских национальных стандартов «ГОСТов Р по техническим условиям и расчетам на прочность сосудов и аппаратов». – М.: ЗАО «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ». – 2009.
219. Франклин Б. Избранные произведения. – М.: Гос. изд-во полит. лит-ры, 1956. – С. 104.
220. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта», утв. Пр. Ростехнадзора от 15.07.2013 N 306.
221. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков// Проблемы безопасности и ЧС. – 1. – 2012. – С.112–124.
222. Фирсов А. В., Крюков Е. В., Харисов Г. Х. О нормативном значении индивидуального пожарного риска // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – том 21. – № 9. – С. 14–16.
223. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Индивидуальный пожарный риск: понятие и вычисление// Проблемы безопасности и ЧС. – 5. – 2013. - С.30–41.
224. Аренс М., Брушлинский Н.Н., Вагнер П., Соколов С.В. Обстановка с пожарами в мире в нач. XXI в.// Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – т.24. – №10. – С. 51–58

225. Печеркин, А.С. Тенденции применения количественной оценки риска пожара и аварии в российском законодательстве. Отказ от «рискованной» альтернативы. - Безопасность труда в промышленности. – №12. – 2012. – с.50–54.
226. Абдурагимов, И.М. Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами // Пожаровзрывобезопасность. – №6 – 2013. – с. 13–23.
227. ГОСТ 12.1.010-76* (СТ СЭВ 3517-81) Взрывобезопасность. Общие требования.
228. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
229. ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
230. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 05.04.2016) "О техническом регулировании"// "Собрание законодательства РФ", 30.12.2002, N 52 (ч. 1), ст. 5140.
231. Теория управления. Терминология. Вып. 107. – М.: Наука. – 1988. – с.56.
232. РД 08-120-96. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов. Утв. Госгортехнадзором России 12.07.96, Постановление № 29.
233. РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» (утв. Госгортехнадзором России 10.07.01 №30).
234. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварии на опасных производственных объектах» (утв. приказом Ростехнадзора от 13 мая 2015 г. № 188).
235. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
236. Квейд Э. Анализ сложных систем. – М: Советское радио. – 1969. – 520 с.
237. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. М. Академия. 2003 . – 512 с.
238. Федеральные нормы и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утв. приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 N 96.
239. СП 36.13330.2012. Свод правил. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (утв. Приказом Госстроя от 25.12.2012 N 108/ГС) М.: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2012.
240. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 N 404 (ред. от 14.12.2010) "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 N 14541) //Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 37, 14.09.2009.
241. Кара-Мурза С.Г. Между идеологией и наукой. 2-е изд. – М.: Научный эксперт, 2014. – 248 с.
242. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Под. ред. Н.Н. Брушлинского и Ю.Н. Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИИПО, 2007. – 370 с.
243. Турков А.С. Нормативная вероятность воздействия опасных факторов пожара на людей. Пожарная профилактика: сб. трудов. М.: ВНИИПО, 1982.
244. Турков А.С. Безопасность людей при пожарах. Становление системно-вероятностной концепции и методологии. М.ФГБУ ВНИИПО, 2012, 361 с.
245. Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды. Методические рекомендации МосМР 2.1.9.001-03. – М.: ЦГСЭН. – 2003.
246. Харисов Г. Х. Обоснование допустимого риска гибели людей при несчастных случаях.— Атомная энергия, 1990, т. 68, вып. 5, с. 363-370.
247. Stone, A. The tolerability of risk from nuclear power stations. – Atom, 1988, N 379, p.8-10
248. Dunster, J. The risk equitation. Virture in compromise. – New Sci., 1977, v.74, N 1053, p. 454–456.

249. Reducing Risks, Protecting People. Health and Safety Executive Discussion Documents. – Sudbury, Suffolk: HSE BOOK. – 1999. – 92 p.
250. ГОСТ Р 55846-2013. Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Приемлемый риск. Принципы и методы определения приемлемого риска для государства и поставщиков обслуживания.
251. ГОСТ Р 51901.10-2009 /ISO/TS 16732:2005. Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии.
252. ISO/TS 16732:2005. Risk management. Fire risk management in enterprise. Fire safety engineering - Guidance on fire risk assessment.
253. Лисанов М.В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска/ Безопасность труда в промышленности. – 2004. – №5.
254. Можаев И.Л., Гражданкин А.И., Лисанов М.В., Печеркин А.С., Пчельников А.В., Белов П.Г. Основные принципы оценивания и нормирования приемлемого техногенного риска//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N08. – С.45–50.
255. Гражданкин А.И., Лисанов М.В., Печеркин А.С. Количественная оценка риска аварий в декларациях промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно-энергетического комплекса//Безопасность труда в промышленности. – 2005. – N1. – С.46–49.
256. М.В. Лисанов Ошибки нормирования количественных критериев допустимого риска/Методы оценки соотвествия. – 2009. – №9. – С. 41–43.
257. Гордон Б.Г. Идеология безопасности - М.: НТЦ ЯРБ, 2005 – 236 с.
258. Заявление о политике "Применение вероятностного анализа безопасности действующих энергоблоков атомных станций" (рассмотрено и одобрено Коллегией Госатомнадзора РФ 27 апреля 1999 г.).
259. Руководство по безопасности "Основные рекомендации к вероятностному анализу безопасности уровня 2 атомных станций с реакторами типа ВВЭР" (РБ-044-09) (утв. МПР России, Ростехнадзором пр. от 20 июля 2009 г. N 640).
260. Савина, А.В. Анализ риска аварий при обосновании безопасных расстояний от магистральных трубопроводов сжиженного углеводородного газа до объектов с присутствием людей// дисс. к.т.н. – М.:ЗАО НТЦ ПБ. – 2013. – 121 с.
261. S. Gadd, D. Keeley, H. Balmforth. Good practice and pitfalls in risk assessment. – Health & Safety Laboratory. – Research Report 151. – HSE Book. – 2003.
262. Lauridsen, K.; Kozine, I.; Markert, F.; Amendola, A.; Christou, M.; Fiori, M., Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments. The ASSURANCE project. Final summary report. Ris0-R-1344(EN) (2002) 49 p. (http://www.risoe.dk/rispubl/SYS/ris-r-1344.htm).
263. РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах». Утв. ОАО «АК «Транснефть», пр. от 30.12.99 № 152, согл. Госгортехнадзором России 07.07.99 №10-03/418.
264. СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003 “Методические указания по проведению анализа риска при проектировании и эксплуатации опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО “Газпром”.
265. ГОСТ Р 22.0.08-96: Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения.
266. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.
267. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов" (утв. приказом Ростехнадзора от 06 ноября 2013 г. № 520).
268. Руководство по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварии на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов» (утв. приказом Ростехнадзора от 17 ноября 2014 г. № 500, от 17 июня 2016 г. № 228).

269. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» (утв. приказом Ростехнадзора от 27 декабря 2013 г. № 646, от 29 июня 2016 г. № 272).
270. Федеральный закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».
271. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
272. РД-03-14-2005 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в неё сведений».
273. ГОСТ 27.310-95/ МЭК 812 (1985) Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
274. ISO 17776:2000. Risk management. Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment for petroleum and natural gas offshore production installations// ГОСТ Р ИСО 17776-2010. Менеджмент риска. Руководящие указания по выбору методов и средств идентификации опасностей и оценки риска для установок по добыче нефти и газа из морских месторождений.
275. IEC 61882:2001 Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide (Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению).
276. ГОСТ Р 51901.1-2002 (МЭК 60300-3-9:1995) Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
277. ГОСТ Р 51898—2002 (ИСО/МЭК Руководство 51:1999) «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты».
278. ISO/TS 16732:2005. Risk management. Fire risk management in enterprise. Fire safety engineering - Guidance on fire risk assessment// ГОСТР 51901.10-2009/ISO/TS 16732:2005 Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии.
279. ГОСТ Р 51901.11—2006 (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.
280. ГОСТ Р 51901.12—2007 (МЭК 60812:2006). «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.
281. ГОСТ Р МЭК 61508-1-2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования.
282. ISO 31000:2009 Risk management – Principles and guidelines (Риск-менеджмент. Принципы и руководство).
283. ИСО 31000-2009 «Рекомендации в отношении принципов управления факторами риска и их осуществление».
284. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения (принят постановлением Госстандарта РФ от 30 мая 2002 г. N 223-ст).
285. ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Термины и определения (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 16.11.2011 N 548-ст).
286. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска (ISO/IEC 31010:2009 «Risk management — Risk assessment techniques»).
287. ГОСТ Р 27.302—2009 (МЭК 60812:2006). Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей (взамен ГОСТ Р 51901.13-2005 (МЭК 61025:1990) Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей).
288. ISO Guide 73:2009, Risk management — Vocabulary//ГОСТ Р 51897—2011/Руководство ИСО 73:2009 Менеджмент риска. Термины и определения.

289. ГОСТ Р 54141-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Эталонные сценарии инцидентов.
290. ГОСТ Р 54142-2010 Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий.
291. ГОСТ Р 54144-2010 Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Идентификация инцидентов.
292. ГОСТ Р 54145-2010 Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология.
293. ГОСТ Р МЭК 61511-1-2011. Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования.
294. Терминологический словарь по промышленной безопасности / В.К. Шалаев. – М.: ФГУП НТЦ «Промышленная безопасность». – 2004. – 376 с.
295. Гражданкин А.И. Крупные промышленные аварии: из углепрома в постиндустрию// Безопасность труда в промышленности. – № 8. – 2011. – С. 58–62.
296. Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Земцов С.П., Овчинников В.В. Система оценки рисков при техническом регулировании. – М.: Издательство ОВЛ, 2006. – 96 с.
297. Декларация Российского научного общества анализа риска «О предельно допустимых уровнях риска». – Проблемы анализа риска. – Том 3. – №2. – 2006. – С.162.
298. Стратегические риски России: оценка и прогноз / МЧС России; под общ. Ред Ю.Л. Воробьева; - М.: Деловой экспресс, 2005. – 392 с.
299. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности – М. «Наука», 1965 – 333 с.
300. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Высш. Шк., 1998. – 576 с.: ил.
301. Гельман, М. Закон «О техническом регулировании» развала российской экономики. Проплаченный стриптиз перед вступлением в ВТО. – «Промышленные ведомости». - №7–8. – 2006.
302. Кловач Е.В., Шалаев В.К., Сидорова Н.С., Старцев М.В. Иллюзии, реалии и проблемы технического регулирования. – Безопасность труда в промышленности. – №6. – с.4–7.
303. Козьяков, А.Ф. Федеральный закон «О техническом регулировании». Суждения и мнения. – Безопасность жизнедеятельности. – №1. – 2007. – с.49–53.
304. Лисанов, М.В. Проблемы технического регулирования в нефтегазовой сфере – Нефтегазовая вертикаль. – №9–10. – 2006. – с.86–88.
305. Лисанов, М.В. Анализ риска в управлении промышленной безопасностью опасных производственных объектов нефтегазового комплекса// Дисс. на соиск. уч. ст. д. т. н. – М. НТЦ ПБ. – 2002. – 247 с.
306. Рубцов, В.А. Разработка технических регламентов. Стратегия, методика, алгоритмы / Справочник специалиста по охране труда. – 2005. – №1. – С.80–93.
307. Методические рекомендации по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов. Утв. приказом Минпромэнерго от 12 апреля 2006 г. №78.
308. Стенографический отчет семинара-совещания, организованного Минпромэнерго РФ, Институтом законодательства и сравнительного правоведения, Национальным институтом промышленного развития, Эпицентр-маркет, «Вопросы разработки технических регламентов. Семинар 2. Вопросы юридической техники написания технических регламентов». – М.: Минпромэнерго РФ и АНО «ИКЦ «Бизнес-тезариус», 2006. – 53 с.
309. Менеджмент рисков / Е.Р.Петросян. – М.: Инновационный фонд «РОСИСПЫТАНИЯ», 2009. – 540 с.
310. ISO 704: 2000. Терминологическая работа. Принципы и методы (Terminology Work - Principles and Methods). – М.: ФГУП ВНИИКИ. – 2002.
311. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. М. Академия. 2003 . – 512 с.

312. Гражданкин А.И. Разработка экспертной системы оценки техногенного риска и оптимизации мер безопасности на опасных производственных объектах. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: НТЦ «Промышленная безопасность. – 2001.
313. ANSI / API RP-754. Process Safety Performance Indicators for the Refining & Petrochemical Industries, Washington, DC 2010.
314. Печеркин, А.С. Разработка научно-методических основ и практика внедрения декларирования промышленной безопасности [Текст]: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра техн. наук: 05.26.04, 05.15.13 / А. С. Печеркин. – М., 1997. – 45 с.
315. Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ», утвержденное приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 г. № 158.
316. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах», утвержденное приказом Ростехнадзора от 20 апреля 2015 г. № 160.
317. Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи», утвержденное приказом Ростехнадзора от 17 августа 2015 г. № 317.
318. Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах морского нефтегазового комплекса», утвержденное приказом Ростехнадзора от 16 сентября 2015 г. № 364.
319. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов», утвержденное приказом Ростехнадзора от 17 сентября 2015 г. № 365.
320. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных жидкостей», утвержденное приказом Ростехнадзора от 17 сентября 2015 г. № 366.
321. ГОСТ IEC 60079-10-1-2013 Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды.
322. Отчет о НИР на тему: «Разработка концепции (состава и структуры) комплексной системы выявления, анализа и прогнозирования опасностей промышленных аварий, оценки риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах, в том числе на объектах ТЭК и смежных отраслей промышленности» (Государственный контракт № 32-ГК/2014 от 27.06.2014 г.). М.: ЗАО НТЦ ПБ. – 2014.

Список публикаций, в которых отражены основные научные результаты диссертации

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Гражданкин, А.И. Оценка риска аварий на магистральных нефтепроводах КТК-Р и БТС / Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров, Д.В. Дегтярев, С.И. Сумской // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 6. – С. 2–6.
2. Гражданкин, А.И. Научно-технический семинар «Промышленная безопасность» // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 6. – С. 44–45.
3. Гражданкин, А.И. Анализ риска аварий на нефтепроводных системах КТК-Р и БТС / А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров //Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – № 6. – С. 17–22.

4. Гражданкин, А.И. Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятностей / А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин //Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 7. – С. 35–39.
5. Гражданкин, А.И. Опасность и безопасность // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 9. – С. 41–43.
6. Гражданкин, А.И. Риск аварии и оценка нежелательных потерь / А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярев, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – № 11. – С. 7–11.
7. Гражданкин, А.И. Показатели и критерии опасности промышленных аварий/ А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 3. – С. 30–32.
8. Гражданкин, А.И. Особенности анализа и оценки последствий аварий на опасных производственных объектах //Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 8. – С. 45–46.
9. Гражданкин, А.И. Мнение специалистов ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность» об опубликованных в журнале «Безопасность жизнедеятельности» №8 за 2003 г. замечаниях по РД 03-418–01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 12. – С. 48–50.
10. Гражданкин, А.И. Управление риском: миф или реальность // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 1. – С. 48–49.
11. Белов, П.Г. Стандартизация и регламентация в сфере безопасности: реалии и перспективы / П.Г. Белов, А.И. Гражданкин, Н.А. Махутов // Стандарты и качество. – 2004. – № 2. – С. 26–33.
12. Гражданкин, А.И. Стандартизация и регламентация в сфере безопасности / Н.А. Махутов, А.И. Гражданкин, П.Г. Белов // Управление риском. – 2004. – № 1. – С. 16–23.
13. Гражданкин, А.И. Стандартизация и регламентация в сфере безопасности / Н.А. Махутов, А.И. Гражданкин, П.Г. Белов // Управление риском. – 2004. – № 2. – С. 36–40.
14. Гражданкин, А.И. О влиянии «управления комплексным риском» на рост угроз техногенного характера / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 3. – С. 38–42.
15. Пчельников, А.В. Оценка риска аварий на объектах хранения и перевалки нефти и нефтепродуктов / А.В. Пчельников, А.И. Гражданкин, И.А. Кручинина, С.И. Сумской, Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов //Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 6. – С. 33–37.
16. Гражданкин, А.И. Оценка техногенного риска: техническое регулирование, стандартизация, критерии приемлемости // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 7. – С. 59–61.
17. Белов, П.Г. Менеджмент техногенного риска: категории, принципы, методы/ П.Г. Белов, А.И. Гражданкин // Стандарты и качество. – 2004. – № 7. – С.36–41.
18. Гражданкин, А.И. Основные принципы оценивания и нормирования приемлемого техногенного риска / И.Л. Можаев, А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, А.В. Пчельников, П.Г. Белов //Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 8. – С. 45–50.

19. Гражданкин, А.И. Характерные ошибки анализа риска аварий при декларировании промышленной безопасности / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров //Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 10. – С. 6–12.
20. Гражданкин, А.И. Количественная оценка риска аварий в декларациях промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно–энергетического комплекса / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 1. – С. 46–49.
21. Гражданкин, А.И. Современные методы анализа техногенного риска в работах молодых ученых // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 1. – С. 60–61.
22. Гражданкин, А.И. Критически важные для национальной безопасности опасные производственные объекты. Показатели, критерии и порядок их категорирования //Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 5. – С. 46–48.
23. Гражданкин, А.И. Промышленная и экологическая безопасность опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 6. – С. 55–56.
24. Гражданкин, А.И. Экологическая экспертиза как составная часть обеспечения экологической безопасности опасных производственных объектов. Проблемы и возможные пути развития / А.И. Гражданкин, А.В. Ферапонтов // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 9. – С. 27–30.
25. Гражданкин, А.И. Программные средства в области анализа техногенного риска //Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 12. – С. 61–63.
26. Лисанов, М.В. Анализ риска аварий на нефтепроводных системах БТС и МН «Дружба» / М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин, А.В. Пчельников, А.В. Савина, С. И. Сумской //Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 1. – С. 34–40.
27. Гражданкин, А.И. О противодействии технологическому терроризму / Е.И. Иванов, А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.В. Ферапонтов // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 1. – С. 52–53.
28. Гражданкин, А.И. Об установлении в специальных технических регламентах минимально необходимых требований, обеспечивающих безопасность объектов технического регулирования // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 3. – С. 11–14.
29. Гражданкин, А.И. Об учете степени риска причинения вреда при установлении в технических регламентах минимально необходимых требований безопасности / А.И. Гражданкин //Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2006. – № 3. – С. 8–13.
30. Гражданкин, А.И. Особенности обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектах в современных условиях / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 4. – С. 22–16.
31. Гражданкин, А.И. Безопасная эксплуатация опасных производственных объектов // Стандарты и качество. – 2007. – № 7. – С. 48–52.
32. Гражданкин, А.И. Критерии приемлемого риска // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 6. – С. 69.
33. Гражданкин, А.И. Анализ техногенного риска в работах молодых ученых // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 12. – С. 69.

34. Гражданкин, А.И. Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах угольной промышленности // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 2. – С. 17–21.
35. Гражданкин, А.И. Научно–техническая инволюция в отечественной промышленности. Предупреждение аварийности и травматизма // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 3. – С. 26–31.
36. Гражданкин, А.И. Показатели и критерии приемлемой опасности промышленной аварии // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 6. – С. 52.
37. Гражданкин, А.И. Оценка прямого и косвенного техногенного ущерба // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 11. – С. 59–60.
38. Гражданкин, А.И. Анализ опасностей и оценка техногенного риска в исследованиях молодых ученых //Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 6. – С. 53–54.
39. Гражданкин, А.И. Безопасность техносферы и управление риском. Мифы и реальность // Стандарты и качество. – 2009. – № 4.– С. 84–88.
40. Гражданкин, А.И. Об оценке фонового риска промышленных аварий в ТЭК / А.И. Гражданкин, В.И. Иванов // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 3. – С. 79–81.
41. Гражданкин, А.И. Промышленная безопасность – оберегающая сфера отечественного производства // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 9. – С. 54–58.
42. Гражданкин, А.И. Безопасность труда в промышленности – оберегающая сфера отечественного производства // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 5. – С. 44–49.
43. Гражданкин, А.И. Имитационная модернизация: от безопасности к рискам / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин //Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 2. – С. 38–42.
44. Гражданкин, А.И. Промышленная безопасность в отечественной добыче угля и нефти / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 3. – С. 40–47.
45. Гражданкин, А.И. Промышленная безопасность отечественной и мировой угледобычи / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, М.А. Иофис // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 9. – С. 36–43.
46. Лисанов, М.В. Методическое обеспечение обязательного страхования гражданской ответственности владельцев опасных объектов / М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин, И.А. Кручинина, А.В. Пчельников // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 9. – С. 49–51.
47. Гражданкин, А.И. Крупные промышленные аварии: из углепрома в постиндустрию // Безопасность труда в промышленности. – № 8. – 2011. – С. 58–62.
48. Гражданкин, А.И. Угольные катастрофы в исторической России и мире / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, М.А. Иофис // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 11. – С. 56–64.
49. Гражданкин, А.И. В каком смысле безопасность? // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – № 3.– С. 81–85.
50. Гражданкин, А.И. Мнимый конфликт промышленной безопасности и технологической модернизации в российской нефтегазопереработке/ А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 7. – С. 85–92.

51. Гражданкин, А.И. Заменит ли количественная оценка риска выполнение требований промышленной безопасности? / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 10. – С. 43–48.
52. Гражданкин, А.И. О риске свободы в безопасности (Что модернизировать в России: запреты «безопасности» или разрешение «свободы»?) / К.Б. Пуликовский, А.И. Гражданкин // Безопасность в техносфере. – 2013. – Т. 2 – № 4 (43). – С. 71–77.
53. Гражданкин, А.И. Исследование аварий в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности США. Правовая практика и уроки / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 7.– С. 58–66.
54. Гражданкин, А.И. Российская промышленность и промышленные опасности в переходный период. Аварийность и травматизм деиндустриализации / К.Б. Пуликовский, А.И. Гражданкин // Безопасность в техносфере. – 2013. – Т. 2 – № 6(45). – С. 64–69.
55. Гражданкин, А.И. Анализ опасностей и оценка риска аварий в обосновании промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 6. – С. 90–92.
56. Гражданкин, А.И. Методическое обеспечение анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 6. – С. 82–85.
57. Гражданкин, А.И. Анализ опасностей и оценка риска промышленных аварий в руководствах по безопасности // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 12. – С. 75–78.
58. Гражданкин, А.И. Допустимый риск – мера неприемлемой опасности промышленной аварий / А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 3. – С. 66–70.
59. Гражданкин, А.И. Методические проблемы обоснования безопасности опасного производственного объекта // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 6. – С. 76–78.
60. Гражданкин, А.И. Показатели опасности аварий на российских магистральных трубопроводах / С. Г. Радионова, С. А. Жулина, Т.А. Кузнецова, А.С. Печёркин, И.А. Кручинина, А.И. Гражданкин // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 11. – С. 62–69.
61. Гражданкин, А.И. Практика оценки риска аварий на опасных производственных объектах // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 12. – С. 80–81.
62. Гражданкин, А.И. Об индикаторах опасностей крупных промышленных аварий в угольных шахтах // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – № 4. – С.52–58.
63. Гражданкин, А.И. Параметры и показатели опасности крупных промышленных аварий в угольных шахтах // Социально-гуманитарные знания. – 2016. – Т. 8. – С. 255–273.
64. Гражданкин, А.И. Фоновые показатели аварийности – индикаторы эффективности введения инструментов регулирования промышленной безопасности/ А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 5. – С. 5–8.

Монографии

65. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. – М.: МГФ «Знание». – Ч. 1:

Основы анализа и регулирования безопасности / науч. рук. К.В. Фролов. – 2006. – 640 с.
66. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. – М.: МГФ «Знание». – Ч. 2: Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисками / науч. рук. К.В. Фролов. – 2006. – 752 с.
67. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. – М.: МГФ «Знание». – Ч. 3: Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов / науч. рук. К.В. Фролов. – 2007. – 816 с.
68. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. – М.: МГФ «Знание». – Ч. 4: Научно–методическая база анализа риска и безопасности / науч. рук. К.В. Фролов. – 2007. – 864 с.
69. Гражданкин, А.И. Предотвращение аварий и техногенных катастроф/ Актуальные вопросы предупреждения чрезвычайных ситуаций: моногр./ под общ. ред. В.А. Акимова. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010. – С. 47–73.
70. Гражданкин, А.И. Современные опасности крупных промышленных аварий//ВНИИ ГОЧС: вчера, сегодня, завтра. – Кн. 3: Научные статьи/ под. общ. ред. В.А. Акимова. – М.: ВНИИГОЧС. – 2011. – С. 293–298.
71. Белая книга России: Строительство, перестройка и реформы: 1950–2012 гг. / сост. А.И. Гражданкин, С. Г. Кара-Мурза. // Будущая Россия. – № 24. – М.: Либорком, 2013. – 560 с.
72. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950–2013 гг. / сост. А.И. Гражданкин, С. Г. Кара-Мурза. – М.: Научный эксперт, 2015. – 728 с.
73. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы техногенной безопасности / Колл. авт. – М: МГФ «Знание». – 2015. – 936 с.
74. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов/ Колл. авт. – М: МГФ «Знание». – Тематический блок «Национальная безопасность» / ред. Махутов Н.А. Том «Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов» – 2015. – 600 с.
75. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов/ Колл. авт. – М: МГФ «Знание». – Тематический блок «Национальная безопасность» / ред. Махутов Н.А. Том. 1. Обоснование прочности и безопасности объектов континентального шельфа – 2015. – 664 с.
76. Белая книга: промышленность и строительство в России 1950–2014 гг. / сост. А.И. Гражданкин, С. Г. Кара-Мурза // Центр изучения кризисного общества. – М.: Научный эксперт; М.: ТД Алгоритм, 2016. – 224 с.

Статьи в других журналах и сборниках научных трудов

77. К вопросу об использовании вероятностных оценок для анализа безопасности опасных производственных объектов / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, П.Г. Белов // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды Международной Научной Школы МА БР–2002 (Санкт-Петербург, 2–5 июля 2002 г.). – СПб: Изд-во «Бизнес-Пресса». – 2002 – С. 308–312.

78. Показатели и критерии опасности промышленных аварий / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Международная научно-практическая конференция «Промышленная безопасность»: тезисы докладов. – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – С. 101–108.
79. Гражданкин, А.И. Риск аварии // Берг-коллегия. – 2003. – №3. – С. 8–11.
80. Гражданкин, А.И. Анализ результатов оценок риска аварий, представленных в декларациях промышленной безопасности / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов //Семинар «Об опыте декларирования промышленной безопасности и страхования ответственности. Развитие методов оценки риска аварий на опасных производственных объектах». 14–15 октября 2003 г.: тезисы докладов. – М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – С. 29–35.
81. Гражданкин, А.И. Критически важные для национальной безопасности опасные производственные объекты. Показатели, критерии и порядок категорирования//Об опыте декларирования промышленной безопасности и страхования ответственности. Развитие методов оценки риска аварий на опасных производственных объектах. 5-й тем. семинар. Москва, 26–27 октября 2004 г.: тезисы докладов. – М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2004. – С. 98–105.
82. Гражданкин, А.И. Риск крупных аварий на опасных производственных объектах / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, С.В. Филяев // Об опыте декларирования промышленной безопасности и страхования ответственности. Развитие методов оценки риска аварий на опасных производственных объектах. 5-й тем. семинар. Москва, 26–27 октября 2004 г.: тезисы докладов. – М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2004. – С. 111–115.
83. Гражданкин, А.И. Прогнозирование и оценка степени приемлемости риска аварии на опасных производственных объектах / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.В. Пчельников // Проблемы управления безопасностью сложных систем: труды XII международной конференции (Москва, декабрь 2004 г.). – М: РГГУ, 2005. – С. 267–270.
84. Гражданкин, А.И. Некоторые особенности обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов в условиях современных производственных отношений // XII Международная научно-практическая конференция "Междисциплинарные исследования проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в современных условиях" 18–20 апреля 2007. – М.: ЦСИ МЧС России, 2007. – С. 49.
85. Гражданкин, А.И. Основные принципы нормирования допустимого техногенного риска/ А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.В. Пчельников // Актуальные проблемы регулирования природной и техногенной безопасности в XXI веке. Материалы десятой Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. 19–21 апреля 2005 г./МЧС России. – М.: Ин-октаво, 2005 – С. 155–163.
86. Гражданкин, А.И. Как оценить риск промышленной аварии // Риск–менеджмент. – 2007. – № 5–6.– С. 106–108.
87. Гражданкин, А.И. Безопасная эксплуатация опасных производственных объектов в условиях современных производственных отношений / А.И. Гражданкин, В.И. Сидоров // Проблемы безопасности критичных инфраструктур муниципальных образований и территорий: тезисы докладов Всероссийской конференции и XI Школы молодых ученых. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – С. 18–24.

88. Гражданкин, А.И. Трагедия технического регулирования // Методы оценки соответствия. – 2007. – № 9.– С. 46–47.
89. Гражданкин, А.И. Инволюция безопасности. «Другой взгляд» на данные об аварийности и травматизме в российской нефтедобыче // Oil&Gas Jornal Russia. – 2008. – № 5. – С. 98–100.
90. Гражданкин, А.И. Предупреждение аварийности и травматизма на опасных производственных объектах угольной промышленности // Библиотека инженера по охране труда. – 2008. – № 5. – С. 18–27.
91. Гражданкин, А.И. Научно-техническая инволюция в отечественной промышленности. Предупреждение аварийности и травматизма // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: труды Международной научной школы МА БР – 2008 (Санкт-Петербург, 24–28 июня, 2008 г.) / под ред. И.А. Рябинина, Е.Д. Соложенцева – СПб.: ГУАП, 2008. – С. 193–201.
92. Гражданкин, А.И. Неприемлемый риск «внетехнического разрегулирования» // Методы оценки соответствия. – 2009. – № 3.– С. 8–10.
93. Гражданкин, А.И. Управление риском как основа обеспечения безопасности техносферы на периферии прогресса // Безопасность критичных инфраструктур и территорий: сборник трудов I и II Всероссийских конференций и XI и XII школ молодых ученых 2007–2008 гг. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 74–86.
94. Гражданкин, А.И. От управления к менеджменту «рисков» // Безопасность критичных инфраструктур и территорий: Сборник трудов III Всероссийской конференций и XIII Школы молодых ученых 2009 г. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 24–26.
95. Гражданкин, А.И. О безопасности труда на периферии прогресса // Охрана труда и социальное страхование. – 2008. – № 12. – С. 23–30.
96. Гражданкин, А.И. Техническое регулирование: неприемлемый риск // Охрана труда и социальное страхование – № 3. – 2009. – С. 38–45.
97. Гражданкин, А.И. Цивилизационный подход к организации безопасного труда // Охрана труда и социальное страхование. – 2009. – № 11. – С. 35–40.
98. Гражданкин, А.И. Реформа технического регулирования: подмена безопасности «рисками» // Национальная безопасность: научное и государственное управленческое содержание: материалы Всеросс. науч. конф., 4 дек. 2009 г., Москва / Центр пробл. анал. и гос.-упр. проект. – М.: Научный эксперт, 2010. – С. 238–251.
99. Гражданкін, О.І. Уроки реструктуризації // Промислова безпека. – 2010. – № 10.– С. 18–21.
100. Гражданкін, О.І. Безопасная модернизация постсоветской промтехносферы // Промислова безпека. – 2010. – № 12.– С. 26–31.
101. Гражданкин, А.И. Неприемлемый риск технического регулирования в промышленной безопасности // Химическая техника. – 2011. – № 1. – С. 23–26.
102. Гражданкін, О.І. Теория управления рисками. Мифы и реальность // Промислова безпека. – 2011. – № 1.– С. 26–29.
103. Гражданкин, А.И. Современные опасности крупных промышленных аварий. Опыт индустриального мира. Уроки для Украины // Промислова безпека. – 2011. – № 10.– С. 18–24.
104. Гражданкин, А.И. Историография отечественных угольных катастроф // Промислова безпека. – 2012. – № 4.– С. 42–51.

105. Гражданкин, А.И. О риск–ориентированном подходе в обеспечении промышленной безопасности // Промислова безпека. – 2012. – № 5. – С. 42–45.
106. Гражданкин, А.И. К риск-ориентированной промбезопасности //Методы оценки соответствия. – 2012. – № 7. – С. 18–23.
107. Гражданкин, А.И. Риск-ориентированный подход и критерии приемлемого риска промышленных аварий // Промислова безпека. – 2012. – № 6.– С. 36–39.
108. Гражданкин, А.И. Риск-ориентированный подход в промышленной безопасности. Тактические задачи и долгосрочные цели // Промислова безпека. – 2012. – № 7.– С. 46–47.
109. Гражданкин, А.И. Угольные катастрофы в исторической России // Сборник докладов II Международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2014. – С. 35–37.
110. Гражданкин, А.И. О параметрах, показателях и критериях в обосновании безопасности опасного производственного объекта// Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность-2014. Особенности законодательного регулирования и правоприменения», 21 мая 2014 г.: Тезисы докладов. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – С. 39–42.
111. Гражданкин, А.И. Методические подходы установления допустимого риска аварии для обоснования безопасности опасного производственного объекта / С.Г. Радионова, С.А. Жулина, А.И. Гражданкин, И.Д. Насонов // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы промышленной безопасности», 20 мая 2015 г.: Тезисы докладов. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015 – С. 84–90.
112. Гражданкин, А.И. Подходы установления допустимого риска аварии на опасных производственных объектах // Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Тезисы докладов. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – 2015. – С. 34–36.
113. Гражданкин, А.И. Индикаторы опасностей и угроз крупных промышленных аварий в угольных шахтах // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы промышленной безопасности в горнорудной, угольной и металлургической промышленности» 18 мая 2016 г.: Тезисы докладов. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. – С. 43–46.
114. Гражданкин, А.И. Фоновые показатели аварийности – индикаторы эффективности введения инструментов регулирования промышленной безопасности/ А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин // Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 20-летию принятия № 116–ФЗ «О промышленной безопасности ОПО», 19 мая 2017 г.: Тезисы докладов. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. – С. 15–21.