

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Обзорная информация

Выпуск № 3

Издается с 1991 г.

Москва 2013

Выходит 6 раз в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – академик РАН *Ю.М. Арский*

Члены редколлегии:

С.А. Бурцев, Н.Н. Гришин (зам. главного редактора),
В.Ф. Крапивин, В.Н. Лопатин,
П.П. Потапов (зам. главного редактора),
Г.С. Чукаева (ученый секретарь), *А.Г. Юдин*

Наш адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усневича, 20
Всероссийский институт научной и технической информации
Отдел научной информации по глобальным проблемам
Телефон 8 (499) 152-55-00.
E-mail: ipotapov37@mail.ru

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Есть научные задачи, решения которых в ближайшем будущем не предвидится. Они-то и привлекают к себе внимание. Вот одна из них.

Г.Любарский

Как много мы знаем и как мало мы понимаем.

Альберт Эйнштейн

Наука опирается на принцип презумпции доказанного. Она имеет дело только с явлениями, реальность которых доказана их закономерной повторяемостью, возможностью воспроизведения результатов эксперимента. Все остальное принадлежит царству веры.

Академик-нейрофизиолог

П.В.Симонов

Иногда то, чего мы боимся, менее опасно, чем то, чего мы желаем.

У.Коллинз

М.Н. Тихонов

(ФГУП НИИ промышленной и морской медицины ФМБА,
Санкт-Петербург)

В связи с прогрессирующим интересом общественности к проблеме влияния малых доз ионизирующей радиации на здоровье человека рассмотрены радиобиологические эффекты и последствия радиационного облучения малыми дозами. Практическая значимость решения этой крайне ответственной задачи определяется необходимостью точной оценки соотношения между уровнем облучения и здоровьем человека, что составляет научно-практическую основу радиационно-гигиенического нормирования.

Показано, что при существующем уровне научных знаний и практического опыта фактический размер вреда от воздействия малых доз с необходимой достоверностью доказать не удалось. Результаты изучения медицинских эффектов низких уровней облучения оказываются неизбежно фрагментарными, а эпидемиологические исследования требуют огромных выборок. Проблему малых доз следует рассматривать системно в ракурсе Чернобыльского синдрома.

Ключевые слова: малые дозы радиации, радиационный канцерогенез, биологические эффекты, неопределенность воздействия, апоптоз, активный ответ, последствия облучений малыми дозами.

ON THE IMPACT OF LOW DOSES IONIZING RADIATION ON THE MAN'S HEALTH

M.N.Tichonov

(FSUE SRI of Industrial and Marine medicine, St. Petersburg,
St.Petersburg, 196143, Yu.Gagarin av. 67, phone/fax (812)726-75-83,
e-mail: [niipmm\(a\).mail.axon.ru](mailto:niipmm(a).mail.axon.ru))

In connection with the growing public interest to the problem of low doses ionizing radiation on man's health there are considered radiobiological effects and consequences of low doses ionizing radiation. The practical significance solution of this extremely important problem consist in necessary of exact estimation of correlation the level of irradiation and man's health, that form research-practical basis for radiation-hygienic standardization.

It is shown that at existing level of scientific knowledge and practical experience, the actual size of harm from influence of small doses with necessary reliability was not possible to prove. The results of studying of medical effects of low levels of an irradiation appear to be inevitably fragmentary, and epidemiological researches demand huge choosing. The problem of small doses should be considered as a system in a foreshortening of the Chernobyl syndrome.

Key words: low doses ionizing radiation, radiation cancerogenesis, biological effects, uncertainty influence, apoptosis, active response, consequences of low doses irradiation.

Введение

В природе не существует феномена, не подверженного модифицирующему воздействию ионизирующих излучений, так как их энергия превосходит энергию внутримолекулярных и межмолекулярных связей. Соответственно исключительно разнообразен набор объектов, являющихся предметом радиобиологических исследований: фаги, вирусы, простейшие, изолированные клетки, клеточные, тканевые и органные культуры, многоклеточные низшие и высшие растительные и животные организмы, включая человека, популяции, биоценозы [1].

За сто с лишним лет, прошедших со времени открытия рентгеновских лучей, накоплен огромный фактический материал по радиационным реакциям на всех уровнях биологической организации – от молекулярного до популяционного.

Имеющееся в распоряжении ученых гигантское количество результатов исследований на различных объектах, включая разные виды животных и человека, намного превосходит исследования всех других внешних агентов. Будучи проведены при разных условиях и дозах радиационного воздействия, они оказываются вполне репрезентативными для обоснованных выводов о действии излучения на здоровье человека.

1. Радиобиологические эффекты малых доз радиации

В начале 70-х годов прошлого столетия научные приоритеты стали концентрироваться на фундаментальных исследованиях механизмов биологического действия так называемых “малых доз ионизирующей радиации”, возможные эффекты которых получали название стохастических (вероятностных) отдаленных последствий действия радиации.

Неопределенность в отношении действия малых доз облучения обуславливает отрицательное отношение общественности к любым радиационным технологиям и давление на государство со стороны общественности, требующей снижения допустимых уровней радиационного воздействия.

Термин «малые дозы» и, соответственно, низкие уровни – довольно условные понятия. Поэтому прежде всего следует определить само понятие низкого уровня облучения (НУО) и затем решить, что можно считать влиянием НУО на здоровье.

По определению НКДАР ООН – наиболее компетентного международно-го научного органа – к малым дозам относятся накопленные дозы до 200 мЗв и к низкоинтенсивному излучению - мощность доз менее $1 \cdot 10^{-4}$ Гр/мин. (табл. 1)

Таблица 1

Понятие о малых дозах радиации с низкой АПЭ (рентгеновское и гамма-излучение) применительно к облучению человека и животных

Организация	Доза
Научный комитет по действию атомной радиации при ООН (НКДАР 1986-2000 гг.)	до 0,2 Гр
Комитет Академии наук США «Биологические эффекты ионизирующей радиации» (BEIR 2005-2007 гг.)	до 0,1 Гр
Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ-2007)	до 0,1 Гр
Некоторые другие авторитетные организации и институты	до 0,1 Гр

В табл. 2 дана упрощенная сводка предполагаемых последствий для здоровья человека при облучении всего тела [2].

Таблица 2

Биологические эффекты радиационного воздействия

Ожидаемая доза	Эффекты	Результат
Очень низкая: около 10 мЗв (эффективная доза) или менее	Нет острых эффектов; очень небольшой риск возникновения рака	Обнаружение эффектов маловероятно, даже если воздействию подвергнуты большие группы населения
Низкая: до 100 мЗв (эффективная доза)	Нет острых эффектов; дополнительный риск возникновения рака менее 1%	Эффекты могут проявляться, если облучена большая когорта населения (более 100 000 человек)
Умеренная: до 1000 мЗв (доза на все тело при остром облучении)	Возможны тошнота, рвота, небольшое угнетение деятельности костного мозга; дополнительный риск рака 10%	Эффекты могут проявляться, если численность облученного населения составляет несколько сотен человек

Ожидаемая доза	Эффекты	Результат
Высокая: выше 1000 мЗв (доза на все тело при остром об- лучении)	Обязательно тошнота, воз- можен костномозговой синдром, высокий риск смер- тельных случаев от дозы 4000 мЗв на все тело без ме- дицинского вмешательства. Большой дополнительный риск возникновения рака	Наблюдаемое увеличе- ние случаев онкологи- ческих заболеваний

Обоснование принятой в настоящее время градаций доз см. в статье Ю.С.Рябухина [Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2000, т. 45, № 4, с.5-45]. Разовая эквивалентная доза не выше 0,1 Зв – малая, при этом накопленная мощность эквивалентной дозы за жизнь не должна превышать 1 Зв.

Понятие «низкий уровень облучения» обозначает либо малую дозу облучения при любой мощности дозы, либо низкую мощность дозы в течение всей жизни, либо то и другое вместе. С другой стороны, эквивалентные дозы, превышающие 1 Зв, следует считать большими, а дозы, заключенные между 0,1 и 1 Зв, – промежуточными [1].

Исследования жертв атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки показали значительное повышение статистики раковых заболеваний при дозах свыше 0,2 Гр. Эти дозы были получены внезапно (как в Чернобыле) непосредственно после взрыва. Поэтому при оценке рисков раковых заболеваний в результате получения низких доз ионизирующей радиации или доз, приобретенных вследствие медленного накопления, возник ряд проблем.

В этой области множество очевидных, но подчас трудно преодолимых обстоятельств, связанных в основном с невозможностью достичь необходимой статистической надежности массива получаемых экспериментальных и эпидемиологических данных для научного доказательства наличия, либо отсутствия эффектов облучения в диапазоне малых доз.

Приведём лишь один пример. Для того, чтобы получить статистически значимую (с 90% вероятностью) зависимость доза-эффект в канцерогенезе необходимы следующие размеры выборки изучаемой популяции населения (табл. 3).

Таблица 3

**Размер выборки, необходимой для статистически значимого
(с 90% вероятностью) определения зависимости доза-эффект
в канцерогенезе**

Уровень доз, Зв	Размер выборки, чел.
1	1000
0,1	100 000
0,01	10 000 000

Если область реального проявления стохастических эффектов находится, как полагают некоторые учёные, в пределах значений накопленной дозы в диапазоне 0,2-0,5 Зв, а сейчас дискутируется опасность доз даже порядка 0,01 Зв, то используя данные табл. 3, легко показать непреодолимые трудности осуществления эпидемиологических работ на популяции численностью

в 10^6 и, тем более, в 10^7 человек. При этом, не считая, что в данном исследовании в качестве обязательного элемента требуется наличие примерно подобного по размерам контроля.

Для регистрации эффектов при дозе 10 мЗв с доверительной вероятностью 90% контингент исследуемых согласно [НКДАР ООН, 1988] должен быть не менее 5 млн. человек.

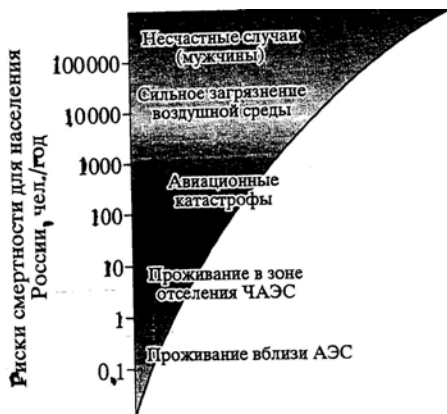


Рис. 1. Риски смертности для населения России [4]

В экспериментах потребуется также огромное число подопытных животных. При этом необходимо исключить или учесть (что затруднительно) влияние других вредных факторов внешней среды, которое может быть более сильным, чем облучения в малых дозах. В условиях глобального загрязнения внешней среды различного рода физическими, химическими и биологическими агентами сделать это практически невозможно.

Какова опасность малых доз радиации? До сих пор нет однозначного ответа на этот вопрос. Критерием опасности облучения считают учащение случаев онкологических заболеваний и генетических нарушений по отношению к спонтанному уровню. Дополнительный рост числа таких недугов становится значимым в экономическом плане. Возможный риск возникновения заболеваний не должен превышать риск их возникновения в благополучных отраслях производства (рис. 1).

В системе приоритетов относительной опасности различных видов антропогенного воздействия на человека первые два места принадлежат тяжелым металлам и химическим токсикантам (в настоящее время общее число канцерогенов достигло 228, еще 12 соединений рассматриваются как потенциально канцерогенные), радиация находится на 26-м месте. Однако критерии для сопоставления канцерогенного действия этих агентов и радиации не разработаны. Никто не знает, каков интимный механизм инициирования злокачественных опухолей экзогенного происхождения. Доминирует конъюнктура нестабильности генома для радиобиологии и радиоэпидемиологии малых доз, поскольку этот феномен теоретически остается единственным возможным молекулярным механизмом радиационно-

го канцерогенеза в данной области. Декларации об индукции радиационно-индуцированной нестабильности генома (РИНГ) входят в основные работы по малым дозам радиации, включая объяснения канцерогенных и мутагенных эффектов аварии на ЧАЭС. Гипотетически нелинейная зависимость от дозы и мощности дозы при малых дозах возможна только в том случае, если для возникновения наблюдаемого эффекта (онкологического заболевания) произойдет второе событие передачи энергии слабоионизирующего излучения в том же объеме в той области клетки, которая наиболее чувствительна в отношении канцерогенеза, причем не позже, чем восстановится повреждение от первого события.

Воздействие малых доз ионизирующего излучения на человека трудно фиксировать на фоне комплекса факторов физической, химической и социально-психологической природы, действие которых в десятки раз превышает биологический эффект малых доз. Общеизвестны две точки зрения на указанную проблему (рис. 2). Первая – гипотеза беспорогового действия ионизирующей радиации, согласно которой последние в любом диапазоне доз вредны. Вторая гипотеза утверждает, что малые дозы ионизирующего излучения способствуют репарации повреждений ДНК, стимулирующих образование соответствующих ферментов, благодаря чему уменьшается число случаев рака.

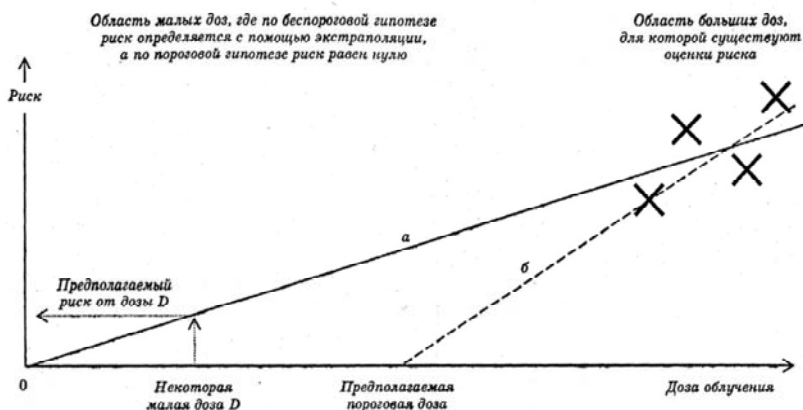


Рис. 2. К вопросу о пороговой и беспороговой гипотезах:
 (а) экстраполяция данных, полученных в области высоких доз, в область низких доз;
 (б) зависимость «доза-риск» в случае существования порога[5]

Первая проблема состоит в экстраполяции взаимосвязи между дозой облучения и медицинскими последствиями при проведении анализа в направлении все более низких доз. Поскольку раковые заболевания вызываются различными причинами, то линейная беспороговая зависимость «малые дозы - эффект» не поддается проверке. Вторая проблема заключается в необходимости изменения расчетов риска заболеваемости раком в будущем по мере накопления научных данных. Если модель относительного риска верна, то следует ожидать растущее число случаев заболеваемости раком по мере старения жертв облучения.

Наконец, имеются неопределенности, связанные с воздействием низких доз и скорости их накопления при облучении низкоинтенсивной ионизирующей радиацией. Выводы, сделанные BEIR, ICRP и рядом других организаций, свидетельствуют о том, что низкие дозы и скорости их накопления при облучении низкоинтенсивной ионизирующей радиацией менее опасны с точки зрения заболеваемости раком, прежде всего, лейкемией, чем это вытекало бы из линейной экстраполяции данных по низкоинтенсивной радиации при высоких дозах и высоких темпах их накопления (рис. 2). К сожалению, эпидемиологическая база данных для оценки правильности указанных поправок весьма отрывочна.

Особенности действия малой дозы при малой мощности дозы проявляются в биологических эффектах радона. Известно, что в рудниках его повышение достоверно увеличивает частоту случаев смерти горнорабочих от рака легкого. Зависимость заболеваемости от активности радона принята линейной и беспороговой. На этой основе в рекомендациях МАГАТЭ установлен предел дозы на легкие от радона для персонала и населения в несколько раз выше, чем от других источников облучения [6].

К настоящему времени доказано, что радон и его дочерние продукты распада (ДПР) вносят наибольший вклад в естественный радиационный фон (по разным оценкам от 33 до 51 и даже до 75%). Некоторые исследователи полагают, что каждый второй случай рака легких обусловлен повышенным содержанием радона в воздухе жилых помещений [7]. Из-за вдыхания радона человек получает дозу в среднем до 5 мЗв/год.

Но возникает парадоксальная ситуация – на Земле есть территории, где люди на протяжении многих поколений проживают в условиях воздействия более высоких доз природного радиационного фона: Бразилия (5 мЗв/год), Франция (1,8–3,5 мЗв/год), Индия (13 мЗв/год), остров Ниуэ (10 мЗв/год), Египет (4 мЗв/год). Обследования состояния здоровья жителей этих регионов не выявили корреляции между уровнем природного радиационного фона и заболеваемостью раком.

Более того, исследования распространенности рака легкого у некурящих женщин в США (штат Северная Дакота), Швеции и Финляндии, где природный радиационный фон повышен, показали, что заболеваемость в этих регионах ниже среднемировой. В то же время в аналогичных группах женщин Англии и США (Сан-Франциско, Нью-Йорк), с более низким уровнем радиационного фона, заболеваемость раком была повышена. Таким образом, многолетнее существенное превышение среднего уровня природного радиационного фона может не оказывать отрицательного влияния на состояние здоровья жителей региона. Более того, здоровье населения в этих областях может быть достоверно лучше, чем в районах с более низким радиационным фоном.

Результаты последних исследований позволили выявить меньшую заболеваемость раком легких у китайцев, проживавших в домах с объемной активностью радона более 350 Бк/м³ по сравнению с теми, которые проживали в домах с объемной активностью радона 4–70 Бк/м³. По принятой концепции (рис. 2) заболеваемость в первом случае должна была возрасти в 80 раз. У японцев при 1 Бк/м³ радона в домах рак легкого наблюдался почти вдвое чаще, чем при 35 Бк/м³, что во много раз превышало риск по линейной беспороговой модели. Аналогичные результаты получены и по профессиональному облучению. Исследования были проведены в США, Великобритании и Канаде и охватили более – 2 млн. человеко-лет. Обработка данных показала, что дополнительный относительный риск для всех форм рака (кроме лейкозов) составлял от

0,39 до 0,30 Зв⁻¹ в 90% доверительном интервале. Для лейкозов риск оказался положительным и составлял от 0,1 до 7 Зв.

В результате данных литературных источников удалось установить, что гормезис проявляется у человека в диапазоне эффективной дозы меньше ~ 1 Зв за жизнь, а, следовательно, есть и порог канцерогенного риска со стороны большой дозы. Полученные результаты делают понятными положительные эффекты радонотерапии.

Решение второй части проблемы – выявление влияния НУО на здоровье, упирается в нечеткость различия между нормой и патологией. Поэтому целесообразно рассмотреть различие между общественным (здоровье людей на популяционном уровне) и индивидуальным здоровьем конкретного индивидуума.

Понятно, что изменение здоровья популяции не может означать ухудшения здоровья каждого индивидуума, поскольку характеристика здоровья популяции может определяться состоянием здоровья отдельной группы, подвергшейся значительному воздействию. С другой стороны, социальный характер повреждения здоровья определяется характером индивидуального восприятия и оценки ситуации. Например, если в популяции отмечены случаи радиационно обусловленных повреждений здоровья, то индивидуальное восприятие вероятности аналогичных повреждений может варьировать от состояния стресса, наносящего урон душевному и физическому состоянию, до принятия этого риска несущественным по сравнению с другими.

Вред общественному здоровью от облучения можно считать реальным, когда имеют место статистически достоверные и коррелирующие с дозой изменения популяционных показателей здоровья. Вред индивидуальному здоровью от облучения можно считать реальным, когда имеют место эффекты, определяемые клинически, иначе говоря – детерминистские в системе радиационной безопасности. При этом беспокойство могут вызывать не только клинически выраженные эффекты, но и декрементные (эффекты потерь – эффекты в системе, являющиеся следствием радиационно-индуцированного уменьшения числа ее составляющих), выходящие за рамки детерминистских, например, ухудшение показателей крови, снижение концентрации сперматозоидов, уменьшение числа нейронов после внутриутробного облучения, изменение концентраций секретов эндокринных органов и т.д. (табл. 4).

Таблица 4

**Примеры влияния малых доз ионизирующих излучений
на организм человека [8]**

Поглощенная доза, сГр	Последствия облучения
25	Временная (на 2-6 мес.) стерильность женщин при разовом облучении. Гибель от рака 1 человека из 100 при суммарном облучении за 70 лет (Danby, 1993)
10-50	После 15 генераций клеточные популяции «помнят» об облучении и отвечают на внешние стимулы иначе, чем контрольные (Пелевина и др., 1996)

Поглощенная доза, сГр	Последствия облучения
15	Начало угнетения сперматогенеза у человека. Развитие умственной отсталости при разовом внешнем облучении в утробе в период 8-15 недель после зачатия (Рябухин, 2000). Клинически значимое подавление кроветворения в красном костном мозге человека при разовом внешнем облучении (Кольшпкин, Рыбальский, 1995).
10	Снижение числа сперматозоидов у человека на период до 1 года при разовом внешнем облучении; возникновение уродств у новорожденных (Москалев, Стрельцова, 1978). Увеличение риска смерти от лейкемии на 22% при суммарном облучении за 70 лет (JARC..., 1994). Повышение проницаемости капилляров руки и фазное изменение кожного сопротивления (Ушаков, Карпов, 1997). Оксидантные повреждения липидов, нарушения свойств клеточных мембран (Volpe, 1999).
3-10	Увеличение частоты aberrаций хромосом в лимфоцитах, дицентриков и кольцевых хромосом (Lloyd et al., 1988; Polf-Ruling et al., 1983; цит. по: Рябухин, 2000)
До 10	Увеличение числа хромосомных aberrаций в лимфоцитах (Севаньяев, 1991)
9	Учащение случаев возникновения рака щитовидной железы (Ron et. al., 1989; цит. по: Рябухин, 2000)
5	Поражение вилочковой железы человека (Neta, 1992; цит. по: Рябухин, 2000) Смертность от солидных раков в группе, получившей дозы 6-15 сГр выше, чем в группе, получившей 0-5 сГр. Появление врожденных пороков развития у человека (Мельников, 2001; по: Miller, 1976).
4	Повышение смертности от разных раков при суммарном внешнем облучении за 30 лет, сравнительно с необлученным персоналом (Radiation..., 1991).
3-5	Вдвое большее число неблагоприятных исходов беременности, чем в контроле (Ижевский, 2001).
1,6	Дополнительные случаи лейкемии у человека (Carter, 1993)
1	Улавливаемые существующими методами изменения биохимических процессов в клетке (Бурлакова и др., 1996; Spitkovsky, 1993). Ускорение полового созревания девочек - появление менструаций (Москалев, Стрельцова, 1978). Увеличение числа мертворождений (Москалев, Стрельцова, 1978).

Поглощенная доза, сГр	Последствия облучения
	Повышение частоты аберраций в лимфоцитах при использовании йода-131 с диагностическими целями (Яковлева, 1984; по: Москалев, Стрельцова, 1978). 50-350 наследственных аномалий в первом поколении на 1 млн новорожденных (Шевченко, 1989). Сокращение продолжительности жизни на 1-30 суток (Ушаков, Карпов, 1997). Поражения головного мозга новорожденных при облучении в утробе (Schull et. al, 1991). Увеличение смертности от всех раков на каждые 10 мЗв, полученные после 45 лет, через 10 лет - на 4,98%; через 20 лет - на 7,3% (Richardson, Wing, 1999).
0,5	Эффект фосфена (блестки в глазах) у человека (Ушаков, Карпов, 1997).
0,1-0,4	Повышение разницы между порогом исчезновения светового ощущения под влиянием электрического раздражителя в эксперименте (Ушаков, Карпов, 1997).
0,2	Порог вероятности возникновения уродств у новорожденного при облучении области живота матери (Principles..., 1993)
0,10	Снижение на 30% активности фермента тимидиназы (Feinendegen et. al., 1995)
0,005-0,0007	Величина аппроксимирующих минимально действующих доз (Зайнуллин, 1998).

Кратко остановимся на особенностях биологического действия радиации.

Поглощение энергии в организме происходит в чрезвычайно короткие промежутки времени, измеряемые ничтожно малыми долями секунды, и сопровождается ионизацией и возбуждением молекул и атомов с последующим образованием высокоактивных в химико-биологическом отношении радикалов. Эти первоначальные изменения, не имеющие порога, реализуются на уровне клетки, клеточных ассоциаций и тканей в биологические изменения, которые протекают с различной скоростью. Так, например, постоянно происходит отмирание и удаление из организма клеток крови, эпителии кишечника, эпидермиса. Одновременно происходит и восстановление повреждений на всех уровнях: клетка, ткань, орган и организм в целом. Считают, что 90% повреждений восстанавливается (при облучении в не смертельных дозах).

Эффекты, обусловленные гибелью некоторого количества клеток в составе организма или нарушением их функций, полностью компенсируются и не могут рассматриваться как выражение патологического процесса, поскольку в многоклеточном организме постоянно происходит отмирание и восстановление клеток. В силу этих процессов поражение отдельных групп клеток не транслируется на более высокие уровни (тканевой, органной, организменный) и не может влиять на состояние индивидуального здоровья.

В работах В.П.Лютых и А.П.Долгих [9, 10] и А.Р.Тукова с соавторами [11] рассмотрены эффекты воздействия на иммунную, нейроэндокринную и кроветворную системы. Авторы пришли к выводу, что в случае хронического облучения при разовых или изоэффективных дозах, составляющих 0,02-0,08 Гр, нарушений здоровья не наблюдается. При дозах 0,08-0,3 Гр появляется вероятность общесоматических заболеваний, когда радиация играет роль дополнительного фактора. Лишь при дозах в диапазоне 0,3-0,6 Гр появляется вероятность начала заболевания или наступления предболезни в результате облучения (табл. 5).

Таблица 5

**Номинальные коэффициенты вероятности стохастических эффектов
(при малых дозах и мощностях дозы)**

Облученный контингент	Вероятность эффекта, $n \cdot 10^{-2}$ /чел-Зв			
	Смертельные случаи рака	Несмертельные случаи рака	Тяжелые наследуемые эффекты	Суммарный эффект
Взрослые работающие	4,0	0,8	0,8	5,6
Все население	5,0	1,0	1,3	7,3

Не получено доказательств о влиянии на здоровье кратковременных преходящих изменений макромолекул, активности ферментных систем, субклеточных структур и даже клеток, регистрируемых при остром воздействии в дозе ниже 0,15 Гр. При пролонгировании облучения со снижением его интенсивности это значение увеличивается благодаря улучшению условий для репарации. Поэтому экстраполяции на человека любых экспериментальных данных требуют установления четких причинно-следственных отношений между изучаемыми показателями (в том числе биологическими маркерами) и состоянием здоровья.

Представляют интерес наблюдения Л.Х. Эйдус [12] и С.П. Ярмоненко [1], исследовавших эффект адаптации биологического объекта на клеточном уровне после облучения небольшой дозой к последующему воздействию большей, повреждающей дозе [13]. Характерные значения адаптирующей дозы составляли порядка 0,01-0,1 Гр. Характерные значения повреждающей дозы после развития адаптации составляли значения 1-10 Гр, что существенно превышает уровень вероятности развития патологии, названный выше.

Радиационные повреждения у непогибших клеток могут сохраняться в течение длительного времени, передаваясь при их делении. Радиационный канцерогенез – это многоступенчатый процесс накопления специфических мутаций. Гены – мишени, отвечающие за инициацию/промоцию канцерогенеза (онкогены и гены-супрессоры опухолей) механистически представлены малой частью генома. Остаточные повреждения служат основой формирования отдаленной патологии (табл. 6).

Биологические дозовые пределы [14]

Эквивалентная доза, бэр	Степень облучения человека
450	Тяжелая степень лучевой болезни (погибает 50 % облученных)
100	Нижний уровень развития легкой лучевой болезни
75	Кратковременные незначительные изменения состава крови
30	Облучение при рентгеноскопии желудка (местное)
25	Допустимое аварийное облучение персонала (разовое)
10	Допустимое аварийное облучение населения (разовое)
5	Допустимое облучение персонала в нормальных условиях за год
3	Облучение при рентгенографии зубов
500 мбэр (0,06 мбэр/ч)	Допустимое облучение населения в нормальных условиях за год

Вероятность непосредственного поражения конкретных генов-мишеней (онкогенов, генов-супрессоров) путем образования двунитиевого разрыва (4ДР на 100 мГр) крайне мала – 10^{-18} .

В отношении целостного организма представляет интерес активный ответ на облучение (АОО) – индуцирование реакций, обусловленное радиационными повреждениями или последствиями этих повреждений. К активному ответу относятся интенсификация репаративных процессов при небольших дозах, апоптоз, распознавание и элиминация модифицированных клеток. АОО может наблюдаться после любых видов облучения. При НУО проявление АОО происходит в условиях сохранения нормального функционирования биологической системы. Можно предполагать, что различие между действием больших и малых доз заключается в микрораспределении поглощения энергии и различными ответными реакциями.

Выяснение отношения АОО к здоровью человека проходит по двум направлениям: радиационно-иммунологические исследования и по адапционно-индуцированному апоптозу. Иммунодепрессивное действие излучения при больших дозах известно. Более того, иммунная система и, особенно, лимфоциты относятся к наиболее радиочувствительным объектам. Зрелые лимфоциты начинают погибать за счет апоптоза (апоптоз - гибель поврежденных клеток) после доз 0,25-0,5 Гр. Изменения в вилочковой железе начинаются с дозы 0,05 Гр.

Однако имеются отдельные свидетельства, что при малых и даже промежуточных дозах отмечается стимулирование иммунного ответа. Не меньший интерес представляют данные об антиканцерогенной направленности такой стимуляции. Было показано, что облучение всего тела мышей в дозах 0,25-0,05 Гр перед прививкой саркоматозных клеток приводило к меньшей

доле приживлений, более медленному росту опухолей и более частой их регрессии. Эффект повышения иммунного ответа был наиболее выражен при дозе 0,15 Гр и для его проявления необходимо было, чтобы антиген был введен вскоре после облучения (табл. 7).

Таблица 7

Зависимость эффектов от дозы однократного кратковременного облучения человека

Поглощенная доза		Эффект однократного кратковременного воздействия радиации на человека
Грей	Рад	
100	10 тыс.	Порог поражения центральной нервной системы
50	5 тыс.	Некроз* кожи
20	2 тыс.	Тяжелые лучевые ожоги кожи*
10	1000	Катаракта*, постоянная эпиляция*
5	500	Минимальная абсолютно смертельная доза (600 рад) Стерилизация Порог поражения кишечника (500-600 рад) Средне-смертельная доза (400-500 рад); эритема кожи* Эпиляция временная (300-500 рад)
2	200	Проявление первичной реакции Уровень удвоения мутаций (100 рад)
1	100	Порог клинических эффектов (100 рад)
0,5	50	ПДД аварийного облучения персонала
0,2	20	5 ПДД = 25 рад
0,1	10	Годовая ПДД профессионального облучения персонала
0,05	5	
0,02	2	
0,01	1	
0,005	0,5	Дозовый предел (годовой) облучения населения категории Б от всех источников
0,002	0,2	Уровень фона (доза за год) от естественных (природных) источников
мГр 0,01	мрад 1	От всех источников – 1,3 мрад/сут. Уровень фона (доза за сутки)
0,005	0,5	От естественных источников (0,55 мрад/сут)

* Отмечены локальные местные поражения

Апоптоз является важным элементом самообороны организма при любых опасных для организма воздействиях. Апоптоз обнаруживался обычно вскоре после облучения в различных тканях и органах, даже в таких необновляемых тканях как нервные клетки, при малых и промежуточных дозах. По всей вероятности, апоптоз – защитный механизм клеточного уровня. Отсюда следует, что апоптоз одних клеток не влияет на вероятность апоптоза других.

По мере нарастания дозы различаются три области ответных реакций: адаптивного ответа, SOS-ответа и аварийного ответа. В основе реакции клеток при адаптивном ответе (диапазон 0,01-0,1 Гр) лежит инициация синтеза ферментов репарации, что может объяснить возможное снижение выхода цитогенетических повреждений в начале диапазона по сравнению со спонтанным уровнем. Дальнейшее увеличение дозы переключает клетку в режим SOS-ответа, характеризующийся повышенным выходом генетических повреждений, служащих платой за восстановление жизнеспособности клетки [15].

В различные сроки после облучения могут наблюдаться тканевые реакции. Ранее считалось, что такие реакции являются детерминированными, так как предопределяются мощностью дозы облучения. С ростом дозы тяжесть поражения быстро нарастает. Величина порога для разных тканей неодинакова. Раньше других страдают критические органы с иерархической структурой тканей и максимальной скоростью клеточного обновления. Наиболее радиочувствительны – красный костный мозг, хрусталик глаза и органы размножения.

Пороговая доза для кратковременного угнетения кроветворения при остром облучении – 0,5 Зв, для помутнения хрусталика – 0,5-2 Зв, временная стерильность у мужчин возникает при дозе 2,5-6 Зв. Для плода доза 0,2 Зв чревата серьезной умственной отсталостью ребенка после рождения.

Сегодня преобладает мнение, что строгой детерминированности тканевой реакции от дозы нет. Более того, эти реакции могут в значительной степени модифицироваться различными биологическими модификаторами (стволовыми клетками, цитокинами, антиоксидантами и др.) [16].

2. Последствия радиационного облучения малыми дозами

Высоко радиочувствительными является менее 1% населения. Эта группа имеет унаследованные мутации в генах, распознающих повреждения ДНК, и генах репарации. До настоящего времени не разработано методов, позволяющих оценить радиочувствительность отдельных индивидуумов, используя клеточные и молекулярные тесты.

Радиочувствительность – главный феномен в биологическом действии ионизирующих излучений. Каждому биологическому виду, а зачастую отдельным объектам, их сообществам свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующего излучения – своя радиочувствительность. Проблема радиочувствительности занимает центральное место в радиобиологии, имея не только фундаментальное, но и чисто практическое значение, в частности, в рассматриваемом нами вопросе взаимоотношения техногенного облучения и здоровья человека [1].

Подчеркивая важность оценки именно здоровья человека (как критерия для принятия радиационных регламентов) не следует подменять его изменением множества реально существующих показателей на самых различных

уровнях - от молекулярного до тканевого, не влияющих, однако, на состояние здоровья (табл. 4).

При этом следует иметь в виду, что многие из реакций на воздействие внешних факторов строго специфичны для одних объектов и отсутствуют у других. Например, такая универсальная лучевая реакция клеток, как задержка деления, легко выявляемая в активно пролиферирующих системах, органах и тканях, не может быть обнаружена в системах, где деление выражено слабо или отсутствует.

В равной или еще в большей степени не могут быть использованы в качестве сравнительных и собственных показателей радиочувствительности многочисленные функциональные реакции, являющиеся проявлением специфических свойств высоко дифференцированных тканей, органов или систем. К их числу относятся активация или ингибирование определенных видов метаболизма, продукция некоторых ферментов, гормонов и других специальных биологических веществ, а также множество других показателей, не имеющих причинно-следственных связей с выживаемостью исследуемого объекта (см. табл. 4).

Весьма часто за показатель радиочувствительности принимают реактивность отдельных систем или организма на облучение в малых дозах, которое в этих случаях является неспецифическим раздражителем. В этом смысле оно ничем не отличается от множества химических, лекарственных и других агентов, действующих в малых концентрациях.

В производственных условиях персонал (а в аварийных условиях и население на радиоактивно загрязненной местности) подвергается хроническому облучению, как правило, в малых дозах и с низкой мощностью. Технологические уровни облучения (за исключением чрезвычайных аварийных ситуаций) для абсолютного большинства людей представляют воздействие излучения в малых дозах - 0,1 Зв и меньше при любой мощности дозы и/или менее 0,1 Зв/год в течение любого интервала времени. Биологическая эффективность такого облучения существенно ниже острого, что связано с включением компенсаторных механизмов, которые в таких условиях могут в течение определенного времени обеспечивать нормальную жизнедеятельность организма.

При облучении в этом дозовом диапазоне ни у животных, ни у человека не отмечено детерминистских эффектов, риск стохастических последствий имеет чисто гипотетический характер. В этом состоит принципиальное отличие эффектов малых доз от воздействия в промежуточных и больших дозах, когда детерминистские эффекты при достижении пороговых значений проявляются у всех облученных объектов, а риск стохастических последствий, в частности, злокачественных новообразований, абсолютно реален, но проявляется с определенной вероятностью, увеличивающейся с ростом дозы.

Для хронического облучения характерно медленное развитие нарушений. При длительном слабоинтенсивном облучении (1 мЗв/год) развитие хронической лучевой болезни становится возможным, когда накопление суммарной дозы достигает несколько Зивертов и больше.

В работе Н.К. Шандала с соавторами [17] отмечается, что в районе расположения российских АЭС за период исследований в 1995-2002 годах максимальные среднегодовые уровни облучения населения находились в пределах $1,54 \pm 0,2$ до $0,82 \cdot 10^{-3}$ мкЗв/год, что обусловило индивидуальный риск заболевания для населения за счет работы АЭС (2,5-3,1) $\cdot 10^{-4}$ случаев в год.

В Великобритании был выполнен анализ смертности от рака персонала предприятий атомной промышленности и атомной энергетики [18]. В

одном из них коллективная доза составляла 660 чел/Зв, во втором – 780 чел/Зв. В итоге этих работ статистически достоверных сведений, свидетельствующих о канцерогенном действии малых доз облучения, не получено. Более того, отмечено, что смертность от онкогенных заболеваний среди изученных контингентов оказалась ниже, чем среди населения страны.

Там же были обследованы 21358 человек, участвовавших в ядерных испытаниях 1950-1960 гг., и 22333 человека контрольной группы. Через 7 лет после испытаний смертность от таких заболеваний, как лейкоз, миелома и других форм рака, среди персонала первой группы была ниже, чем в контрольной. Через 10 лет после испытаний смертность в обеих группах была одинакова и не отличалась от среднего уровня смертности по стране.

Несомненный интерес представляет оценка медицинских последствий аварий на Южном Урале [19]. Одна из них была обусловлена сбросом радиоактивных отходов в реку Теча в период с 1949 по 1956 г. Другая авария произошла в 1957 г., когда в результате взрыва хранилища в районе г. Кыштым произошел выброс радионуклидов общей активностью 74 ПБк в атмосферу с последующим выпадением.

В первом случае население подвергалось хроническому облучению, в результате которого многие жители получили промежуточные и большие дозы внешнего и внутреннего облучения. Наибольшая средняя эквивалентная доза от внешнего и внутреннего облучения была получена лицами, облученными в подростковом возрасте, составившая на костный мозг – 1,6 Зв и на стенки толстого кишечника – 1,4 Зв. Средняя эффективная доза среди 28 тыс. человек, проживавших по берегам реки Теча, составила 0,07-0,32 Зв. В единичных случаях полученные эффективные дозы достигали 3-4 Гр, дозы свыше 0,5 Гр получили 12% жителей, а дозу 1 Зв – 8%. 935 жителям был поставлен диагноз «хроническая лучевая болезнь». У пострадавших отмечалось нарушение гемопоэза и снижение показателей иммунитета (лейко-, лимфо- и тромбоцитопения), хотя эти нарушения не сопровождались выраженными клиническими проявлениями (не наблюдалось учащение кровотечений, рост числа инфекционных заболеваний). Со временем гемопоэз пришел в норму. Компенсаторно-восстановительные процессы были особенно выражены у лиц, получивших дозы менее 0,12 Зв/год. Наблюдалось сохранение хромосомных аберраций в лимфоцитах. Однако, эти аберрации слабо коррелируют с индивидуальными дозами.

Во втором случае (в районе г. Кыштым) облучение населения было обусловлено гамма-излучением проходящего облака и выпадениями. В результате только отдельные лица могли получить дозы до 1 Гр, основная часть населения получила эквивалентные дозы облучения в пределах сотых долей Зиверта. В первый период после облучения у лиц, получивших дозы до 1 Зв, наблюдались изменения гемопоэза, характерные для лучевой реакции. Однако эти изменения носили умеренный и проходящий характер (среди обследованных число лейкоцитов ни у кого не было ниже 3000 мм^{-3}). Через год только у небольшого количества обследованных был обнаружен лейкоцитоз и лимфоцитоз, что свидетельствовало о репаративном процессе. По сравнению с контрольными группами не было обнаружено каких-либо отклонений и нарушений, позволяющих заподозрить реальный вред облучения (табл. 8).

**Возможные генетические последствия облучения в дозе 1 Гр
(число больных на 1 млн. живорожденных) [20]**

Категория болезней	Спонтанная частота	Увеличение на число случаев	
		В первом поколении	Всего
Аутосомные доминантные Х-сцепления	10000	2000	10000
Рецессивные	1100	Слегка	Очень небольшое повышение
Хромосомные	4000	3800	4000
Врожденные аномалии, появляющиеся в позднем периоде, конституциональные и дегенеративные болезни	90000	500	4500
Итого	105100	6300	18500
Процент от общей частоты		6	17

Таким образом, анализ последствий рассмотренных аварийных ситуаций позволяет констатировать, что проявления последствий радиационного облучения являются во многом неспецифичными. Можно полагать, что значительное число последствий аварийных ситуаций являются проявлениями психологического стресса. В связи с этим психогенные эффекты оказываются мешающими факторами при оценке последствий воздействия облучения. Следует признать справедливым утверждение ряда исследователей, что для развития хронической лучевой болезни нужны накопленные дозы не менее 1-1,5 Зв.

Существенный вклад в изучение влияния различных доз и уровней облучения внесли работы по оценке здоровья людей, переживших атомную бомбардировку в Японии и аварию на ЧАЭС. Исследования показали, что 77% лиц, переживших атомную бомбардировку, получили дозу облучения менее 0,1 Гр. В результате многолетних наблюдений была достоверно установлена причинно-следственная связь смертности от злокачественных новообразований для большинства локализаций, выразившаяся в статистически значимом повышении в зависимости от поглощенной дозы в соответствующем органе. Особенно четко это прослеживается на примере лейкоза, а точнее, для миелолейкоза и острого лейкоза, для которых относительный риск смерти при дозе 1 Гр составлял около 5 против 1,3 для всех других злокачественных новообразований. В то же время в области доз до 0,1 Гр избыточный относительный риск имел и отрицательные значения. Хотя отличия от положительных значений были недостоверны, полученные результаты вновь позволяют предполагать возможность наличия порога или даже благоприятного влияния малых доз.

Среди неканцерогенных эффектов заслуживает внимание вероятность развития катаракты. Однако, было выявлено, что у этого эффекта имеется порог в интервале 0,6-1,5 Гр, что исключает возможность ее развития при

дозе ниже 0,1 Гр. У лиц старшего возраста отмечено изменение иммунного статуса, которое при дозах менее 1 Гр коррелировало как с полученной дозой облучения, так и с возрастом. При этом выраженное статистически достоверное снижение иммунного статуса было отмечено при дозах выше 1 Гр.

Можно было предполагать развитие выраженных неканцерогенных радиационных эффектов на единицу дозы в тех интервалах срока беременности, когда облучению подвергались незрелые нейроны, особенно в интервалах 8-15, 16-25 недель. Однако, эпидемиологический материал оказался недостаточным для того, чтобы делать обоснованные заключения. Тем не менее, авторы исследований предположили наличие порога развития умственной отсталости при облучении плода возрастом 8-15 недель 0,39 Гр (с амплитудой 0,12-0,60) и при возрасте 16-25 недель – 0,64 Гр (с амплитудой 0,21-0,64).

В ходе изучения других последствий внутриутробного облучения головного мозга за счет низких уровней излучения убедительных результатов неблагоприятных последствий не было получено. Можно было бы ожидать генетические дефекты у детей облученных родителей, что отмечено в экспериментах на мышах и дрозофилах, однако все выявленные случаи не отличались от контроля. Это позволяет предполагать, что реакции на облучение у людей (табл. 4, 8) значительно отличаются от реакции подопытных животных и насекомых (табл. 9).

Таблица 9

Примеры влияния малых доз ионизирующего излучения на организм животных [8]

Мощность поглощенной дозы	Последствия облучения	Примечания
10 мГр/сут (цезий-137)	Через месяц резкое снижение числа лейкоцитов, лимфоцитов и числа стволовых клеток в селезенке, а также увеличение числа моноцитов; через 8 месяцев увеличение числа нейтрофилов в периферической крови (белая мышь, линия СВА)	Шибкова и др., 2000
10 мГр/сут (рентген)	При облучении беременных уменьшение размера головного мозга новорожденных (крыса)	Мельнов, 2001 (Se-magin, 1964)
63 мГр/сут	Увеличение частоты хромосомных aberrаций при хроническом облучении (личинки комара хирономуса)	Thompson, 1996
6 мГр/сут	Возникновение стерильности при хроническом облучении (собака)	Москалев, Стрельцова, 1978
5 мГр/сут	Уменьшение плодовитости (таракан)	Thompson, 1996

Мощность поглощенной дозы	Последствия облучения	Примечания
0,2-4 мГр/сут	Увеличение частоты хромосомных аберраций в соматических клетках при хроническом облучении (полевка)	Christalidi et. al., 1991; Goncharova, Smolich, 1998
4,35 мГр/сут	Возникновение уродств головы, глаз, плавников при облучении икры лосося	Thompson, 1996
4 мГр/сут (тритий)	Нарушение активности при спаривании у самцов гуппи после облучения икры	Thompson, 1996
3,5 мГр/сут	Увеличение эмбриональной смертности и появление уродств при облучении икры (гамбузия)	Thompson, 1996
3 мГр/сут	При облучении беременных уменьшение мозга новорожденных (крыса)	Мельнов, 2001 (по Cahill, 1970)
2 мГр/сут	Количественные и качественные изменения периферической крови после облучения в течение 400 дней (крыса)	Иванов, Стрельцова, 1985
2 мГр/сут (тритий)	Подавление иммунного ответа при облучении в течение 20 дней икры тритием (радужная форель)	Thompson, 1996
40-60 мкР/ч	После внешнего облучения в течение 45 дней - замедление ростовых и морфогенетических процессов. При сочетанном действии внешнего облучения и инкорпорированного стронция-90 на протяжении 4 мес. - образование композитов коллагена с неколлагеновыми белками (крыса, линия Вистар)	Алесина и др., 2001
6 мГр/сек	Изменение частоты спонтанной импульсной активности нейронов головного мозга после облучения в течение 5 сек (крыса)	Дудкин и др., 1985 (цит. по: Григорьев, 1991)
5 мГр/сек	Усиление нервного импульса после 5 мин. облучения (кролик)	Ципин, 1963 (цит по: Григорьев, 1991)
3,5 мГр/сек	Изменение энцефалограммы сразу после включения источника облучения (кролик)	Нид, 1985 (цит. по: Григорьев, 1991)

Мощность поглощенной дозы	Последствия облучения	Примечания
2 мГр/сек	Изменение дыхательных и сердечно-сосудистых рефлексов после рентгеновского облучения в течение 7-12 сек (кролик)	Григорьев, 1991
1 мГр/сек	Выработка условных рефлексов на внешнее гамма-облучение 3-5 сек (рыбы, кролик)	Цыпин, 1964 (цит. по: Григорьев, 1991)
0,5 мГр/сек	Пробуждение при облучении в течение 1 сек. (крыса)	Кимельдорф, Хант, 1969 (цит. по: Григорьев, 1991)
0,1 мГр/сек	Реакция сетчатки при включении источника гамма-излучения (лягушка)	Цыпин и др., 1964 (цит. по: Григорьев, 1991)
0,08 мГр/сек	Изменение поведения сразу после включения источника облучения на затылок (обезьяна)	Григорьев, 1991
2,3 мГр/сек	Изменение поведения сразу после включения источника излучения (крыса)	Даренская, Правдина, 1968 (цит. по: Григорьев, 1991)
2,4 мкГр/сут	Через 40 дней - изменение числа лимфоцитов в селезенке, появление ненормальных сперматозоидов (мышь)	Osipov et al., 2000
2 мкГр/сут	Увеличение мутабельности соматических клеток при хроническом облучении (полевка)	Goncharova, 2000
2,3 мкГр/сут	Повышение частоты микроядерных эритроцитов в костном мозге (рыжая полевка)	Смолич, 2001
0,00000001 Гр/сут (0,1 нГр/сут)	Аномалии строения плавников при хроническом внутреннем облучении (три вида пресноводных рыб)	Рябов, Крышев, 1990
Около 6 мГр	увеличение числа неподвижных сперматозондов в 1,7 раза, числа патологических сперматозоидов - в 2 раза (крыса)	Алесина, 1999

Мощность поглощенной дозы	Последствия облучения	Примечания
0,01 мГр, (стронций-90)	Патологические изменения костного мозга (крыса)	Stokke et al., 1968
0,3 мГр	Удвоение числа хромосомных нарушений (рыжая полевка)	Смолич и др., 2001
2мГр, (цезий, стронций)	Через 3 месяца уменьшение числа сосудов и увеличение массы соединительной ткани; гипоксия тканей и нарушение транспортных процессов (крыса)	Бушуева, Думброва, 1996
2,1 мГр	Изменение нейрохимических показателей коры больших полушарий головного мозга (крыса)	Алесина, 1999
Менее 10-мГр	Изменения физических и других параметров клеток. Изменение биохимических процессов в клетках (белая мышь)	Бычкова и др., 2000 Spitkovsky, 1993
2-45 мГр (рентген) 0,04 сГр	Помутнение хрусталика (белая мышь) Увеличение частоты микроядерных эритроцитов в клетках костного мозга (рыжая полевка)	Streffer, Tanooka, 1996 Смолич, 2001
0,07 сГр (радий-226)	Увеличение частоты соматических мутаций и морфологических нарушений строения клеток волосков тычиночных нитей, морфологических нарушений в строении цветка (традесканция)	Евсеева, Шершунова, 1996
0,10 сГр (10 мГр)	Снижение на 30 % активности фермента тимидиназы	Feinendegen et al., 1995
1,6 сГр	Изменение липидного обмена (ПОЛ) в мозге и печени (белая мышь)	Шевченко и др., 2000 Кудряшова и др., 2000
До 2 сГр	Гибель клеток в криптах тонкого кишечника (белая мышь)	Kondo, 1993
4сГр	Изменение частоты аберрантных клеток листовой меристемы (ячмень)	Гераськин и др.

Мощность поглощенной дозы	Последствия облучения	Примечания
5сГр	Изменение частоты фибробластов с микроядрами (китайский хомячок)	Заичкина и др., 1996
	Возрастание частоты полидактилии, других скелетных нарушений, снижение среднего веса помета и длины хвоста, аномалии развития (обезьяны, кролик, крыса)	Мельнов, 2001 (по Ohzu, 1965; Jacobson, 1968; Dobson, 1978; Lebedinsky, 1958; Brent, 1960)
	Изменение восприимчивости к саркоме при предварительном облучении всего тела (белая мышь)	Anderson, 1988
До 10 сГр	Увеличение числа хромосомных аберраций в лимфоцитах	Севаньяев, 1991
5,7-21,3 сГр	Удвоение числа хромосомных нарушений у рыжей полевки	Смолич и др., 2001
24 сГр	Гибель клеток в мозжечке новорожденных (белая мышь)	Kondo, 1993
10-50 сГр	После 15 генераций клеточные популяции «помнят» об облучении и отвечают на внешние стимулы иначе, чем контрольные	Пелевина и др., 1996

По данным А.В. Аксеева и В.П. Гриценко [19], анализ медико-демографических данных показал, что не выявлено статистически значимых отличий в уровне смертности по районам, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и контрольным. В отдаленные сроки после радиационных аварий при воздействии на человека малых доз радиационный фактор не является доминирующим. Преобладающее влияние на здоровье населения оказывают социально-экономические и социально-психологические факторы.

Уникальный характер аварии на ЧАЭС обусловлен рядом ее особенностей. Во-первых, это была самая крупная авария на атомном реакторе, повлекшая человеческие жертвы. Во-вторых, что особенно важно, авария сопровождалась самым большим выбросом радионуклидов в окружающую среду (около $2 \cdot 10^{18}$ Бк), что привело к загрязнению огромной территории. В-третьих, подвергся облучению сверхнормативных уровней многочисленный контингент людей, исчисляемый сотнями тысяч. В-четвертых, авария нанесла непоправимый экономический ущерб. В-пятых, политика замалчивания ситуации в первые дни и последующее время сменялась (не без усилий деструктивных сил) преувеличением опасности произошедших и ожидаемых последствий аварии, что привело к необходимости принимать неадекватные меры и законы по ликвидации последствий аварии.

Таким образом, впервые в мировой практике регламентации вредных факторов воздействия на людей проблема малых доз была вынесена из области научной дисциплины - радиобиологии в сферу общественных, нравственных и социально-экономических отношений.

Как следствие, создавалась ненормальная стрессовая психосоциальная обстановка, приведшая как к ухудшению душевного здоровья, так и к росту психосоматических и социально-обусловленных заболеваний. В результате радиационная авария, хотя и крупнейшая в современной истории, превратилась в социально-экономическую катастрофу.

Медицинские последствия Чернобыльской аварии лишь частично обусловлены собственно облучением (табл. 10). В работах, посвященных рассмотрению влияния малых доз облучения на здоровье населения, доказательств такого влияния нет. Свидетельства в пользу такого влияния относятся в основном к диапазону средних уровней порядка 1 Гр, что выходит за пределы диапазона малых доз.

Таблица 10

Сравнение индексов заболеваемости на 100 000 человек между основными классами болезней для ликвидаторов различных дозиметрических групп на 1993-1994 гг.

Классы заболеваний	0-5 сГр	5-20 сГр	свыше 20 сГр
Неоплазма	576	602	693
Злокачественные заболевания	162	177	197
Эндокринные болезни	4322	5084	5469
Болезни крови и кроветворных органов	260	329	368
Психические расстройства	4092	4120	4144
Болезни кровообращения	4727	5252	5903
Желудочно-кишечные заболевания	7778	8527	8614
Все классы болезней	61488	65837	67578

В ряде работ указывается (как на следствие воздействия малых доз) на повышение хромосомных aberrаций на популяционном уровне и учащение некоторых биохимических изменений (табл. 8). Однако в этих работах отсутствуют доказательства зависимости наблюдавшихся изменений от дозы. Самым важным обстоятельством в рассматриваемом контексте является то, что ни хромосомные aberrации, ни проявления генных мутаций, а также незначительные изменения биохимических показателей, сами по себе на состояние здоровья не влияют, хотя и указывают на вероятность вреда здоровью в будущем, обозначая группы риска (см. табл. 4).

Углубленный анализ отдаленных последствий облучения ликвидаторов Чернобыльской аварии позволил установить, что нарушения здоровья, обусловленные облучением, не носят столь драматического характера, как это утверждалось в сознании общественности [21]. Изменения здоровья, четко

обусловленные действием радиационного воздействия, наблюдались в различные сроки после аварии у ликвидаторов, дозы облучения которых превосходили уровень 1 Гр.

Проблемы здоровья действительно существуют, но их следует рассматривать скорее в ракурсе Чернобыльского синдрома, в формировании которого собственно радиационные эффекты играют меньшую роль (за исключением злокачественных новообразований), чем решения, действия и слова людей, не являющихся специалистами в области радиационной защиты [22].

Существующий уровень научных знаний и практического опыта позволяет сделать ряд принципиально важных выводов:

1. Определение «низкие уровни облучения» (НУО), то есть малые дозы и/или низкие мощности дозы, применительно к здоровью человека вытекает из экспериментально-теоретических, медико-радиологических и радиационно-эпидемиологических соображений: малыми удобно считать разовые эквивалентные дозы порядка 0,1 Зв и меньше, а низкими – мощности эквивалентной дозы ниже 0,1 Зв/год. При этом накопленные при жизни эквивалентные дозы не должны превосходить 1 Зв.

2. Биологические эффекты, сказывающиеся на здоровье человека, носят принципиально различный характер в области больших доз и в области НУО. При больших дозах здоровью всегда наносится вред. При НУО о риске для здоровья можно судить лишь косвенно, так как материализация этого риска не представляется возможной. В области НУО для ряда эффектов возможен порог или благоприятный эффект.

3. Представление о влиянии малых доз на здоровье при НУО строится на основе экспериментальных данных, теоретических моделей, экстраполяции результатов полученных для человека при высоких дозах. При таких подходах линейная экстраполяция является идеальным подходом, чтобы обойти отсутствие эффекта при малых дозах. При этом следует заметить, что отсутствие существования объекта или явления доказать невозможно – утверждение отрицания следует принимать на веру.

4. Результаты изучения медицинских эффектов НУО оказываются неизбежно фрагментарными, а эпидемиологические исследования требуют огромных выборок. Именно поэтому экспериментальные данные, получаемые в строго контролируемых условиях, предоставляют значительно большие, чем эпидемиологические исследования, возможности выявления и принципиальной оценки эффектов, возникающих при малых уровнях облучения, а также экстраполяции их с низших на высшие уровни организации. Практическая значимость решения этой крайне ответственной задачи определяется необходимостью точной оценки соотношения между уровнем облучения и здоровьем человека, что составляет научно-практическую основу радиационно-гигиенического нормирования.

5. В результате радиационно-эпидемиологических исследований бесспорно доказан вред здоровью при промежуточных и высоких дозах, хотя индивидуальных признаков эффектов, которые были бы присущи только излучению, не установлено (например, нет отличительных признаков, что данный случай рака или врожденной аномалии является радиогенным). Фактический размер вреда от воздействия малых доз практически почти не выявляется.

6. Влияние малых доз облучения на людей следует еще изучать, и однозначно эта гипотеза еще не принята. Важно при этом понимать, что истинный вклад от радиации в происхождение тех или иных заболеваний весьма существенно отличается от субъективного восприятия её роли. Во всех эпидемиологических и сравнительных популяционных исследованиях, несмот-

ря на нивелирование индивидуальных различий, влияние субъективных мешающих факторов и особенностей сохраняется.

В комплекс причин, определяющих характер отдаленных эффектов радиации, следует включать индивидуальные показатели здоровья и внешние факторы (экологические факторы, условия труда и быта, вредные привычки).

7. Риски, приписываемые к области НУО, равно как и декларируемые благоприятные последствия облучения, следует считать гипотетическими, так как ни материализацию рисков вредных эффектов, ни благоприятные эффекты НУО пока доказать с необходимой достоверностью не удалось. Идут дискуссии, обсуждения и исследования, поскольку часть специалистов считает, что нужно учитывать для здоровья человека и влияние других факторов.

По данным Всемирной организации здоровья (ВОЗ), на здоровье человека оказывают влияние следующие факторы (%):

- социальные условия и образ жизни - 50-52;
- генетический статус - 20-22;
- состояние окружающей среды - 18-20;
- состояние здравоохранения - 7-12.

Решать проблему малых доз радиации необходимо комплексно, сочетая теоретические исследования с экспериментальными и эпидемиологическими.

В заключение можно сказать следующее: в наши дни происходит быстрое развитие биологических наук – молекулярной биологии, биохимии, иммунологии и других ветвей могучего биологического дерева. За весьма короткое время в этих дисциплинах чисто описательные методы замещаются подлинно научными, строятся количественные модели сложных биологических систем на молекулярном, органном и организменном уровнях[23]. Можно ожидать, что и биологические эффекты радиационных воздействий будут скоро представлены в полноценной теории, что и разрешит сегодняшние споры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Ярмоненко С.П.* Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты // Мед. радиология и радиац. Безопасность. – 2000. - т.45, №3. -С. 5-32.

2. Защита населения от радиационного воздействия в случае радиологической атаки. Публикация МКРЗ 96 / Пер. с англ. Ред. Я.Валентин // Мед. радиология и радиац. безопасность.- 2008. - т. 53, № 2. -С. 61 – 75.

3. *Рябухин Ю.С.* Низкие уровни ионизирующего излучения и здоровье: системный подход (Аналитический обзор) // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2000.- т.45, №4.- с. 5-45.

4. *Мельников Н.Н.* К вопросу о влиянии радиации на здоровье человека (некоторые аспекты) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология.- 2004.- № 5.-С. 389-395.

5. *Белюс А.А.* Радиация, биосфера, технология. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. – 448 с.

6. *Кеirim-Маркус П.Б.* Новые сведения о действии на людей малой дозы ионизирующего излучения - кризис господствующей концепции регламентации облучения // Атомная энергия.- т.79, вып.4.- С. 279-285.

7. *Аверкина Н.А.* Проблема канцерогенного влияния радона на организм человека (Обзор литературы) // Мед. труда и пром. экология.- 1996.- №9.- С. 32-36.

8. *Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Решетов В.В. и др.* Радиационная обстановка в Северо-Кавказском регионе России. – СПб.: ООО “Пресс-Сервис”, 2007. – 316 с.

9. *Лютых В.П., Долгих А.П.* Нестохастические эффекты длительного хронического облучения человека ионизирующим облучением в малых дозах // Мед. радиология и радиац.безопасность. – 1997.- т. 41, №3.- С.51-59.

10. *Лютых В.П., Долгих А.П.* Нестохастические эффекты кратковременного облучения млекопитающих в малых дозах // Мед. радиология и радиац. безопасность.- 1997.- т. 42, №2.- С.64-69.

11. *Тукнов А.Р., Дзагоева А.Г., Шафранский И.А. и др.* Заболеваемость злокачественными новообразованиями ликвидаторов Чернобыльской аварии, работающих в атомной промышленности России // Мед. радиология и радиац. безопасность.- 1998. - т. 43, №3.- С.28-34.

12. *Эйдус А.Х.* Еще о действии малых доз излучения // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 1999.- т. 44, №6.- С.19-22.

13. *Никольский А.В., Котеров А.Н.* Радиоактивный ответ клеток млекопитающих // Мед. радиология и радиац. безопасность.- 1999.- т.44, №6.- С.5-18.

14. Радиационная медицина. Т. 2. Радиационные поражения человека / Под общ. ред. акад. РАМН А.А. Ильина. - М: ИздАТ, 2001. - 432 с.

15. *Котеров А.Н.* Молекулярно-клеточные закономерности, обуславливающие эффекты малых доз ионизирующего излучения // Мед. радиология и радиац. безопасность.- 2000.- №5.- С.5-20.

16. *Аклеев А.В.* Биологическое обоснование новых рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите // Медицина экстремальных ситуаций.- 2008.- №3(25).- С.49-50.

17. *Шандала Н.К., Иванов Е.В., Романов В.В. и др.* Методология и результаты проведения исследовательского социально-гигиенического мониторинга в районах АЭС // Медицина экстремальных ситуаций.- 2007.- №2(20).- С. 21-34.

18. *Ушаков И.Б., Давыдов Б.П., Солдатов С.К.* Отдаленные последствия при условно малых дозах облучения (Обзор литературы) // Мед. труда и пром. экология.- 2000.- №1.- С. 21-25.

19. *Аклеев А.В., Гриценко В.П.* Медико-демографические процессы на радиоактивно загрязненных территориях Южного Урала в отдаленном периоде после радиационных аварий // Медицина экстремальных ситуаций.- 2007.- №2(20).- С. 35-42.

20. Радиация и жизнь / Под ред. Холл Дж.Э.: Пер. с англ. -М.: Медицина, 1990. - 256 с.

21. *Алексахин Р.М., Булдаков А.А., Губанов В.А. и др.* Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры //Под общей ред. А.А.Ильина и В.А.Губанова – М.:ИздАТ, 2001.-752 с.

22. *Тихонов М.Н., Муратов О.Э., Петров Э.А.* Системный взгляд на атомную энергетику и радиацию сквозь призму общественного сознания // Безопасность жизнедеятельности.- 2004.- №2.- С. 2-9.

23. *Осмачкин В.С.* Об оценках биологических эффектов радиационного воздействия // Энергия: экономика, техника, экология.- 2001.- № 12.- С. 6 – 14.

МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.В. Довгуша, М.Н Тихонов, А.В. Довгуша

(НИИ промышленной и морской медицины ФМБА России,
Санкт-Петербург)

Обсуждаются проблемы медико-экологических последствий научно-технического прогресса в области использования электромагнитных излучений (ЭМИ) по трём направлениям: техногенный пресс ЭМИ, электромагнитный фактор в этиологии болезней, обеспечение электромагнитной безопасности человека.

Ключевые слова: электромагнитное поле, электромагнитная обстановка, ЭМП сверхнизкочастотного (СНЧ) диапазона, модулированные сверхвысокочастотные (СВЧ) поля, микроволновые излучения, радиоволновая болезнь, плотность потока энергии, защита от ЭМИ.

NATURAL AND TECHNOLOGICAL ELECTROMAGNETIC FIELDS INFLUENCE ON SAFETY OF VITAL ACTIVITY

Dovgusha V.V., Tikhonov M.N., Dovgusha L.V.

(Research institute of Industrial and Marine, St.Petersburg)

The problems of medico-ecological consequences of scientific and technical progress in the field of application of electromagnetic radiation (EMR) in three directions are discussed: man-caused EMR pressure, electromagnetic factor in illness aetiology, EMR protection.

Keywords: electromagnetic fields, electromagnetic situation, ultralow-frequency electromagnetic fields, modulation microwave fields, microwave radiation, radio-wave diseases, energy flux density, protection from electromagnetic radiation.

Медико-гигиеническое значение слабых природных и техногенных электромагнитных полей (ЭМП) привлекает широкое внимание многих исследователей.

Целенаправленное использование электромагнитной (ЭМ) энергии в самых разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующему электрическому и магнитному полям Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Его уровень значительно превышает уровень естественного ЭМ-фона.

Достаточно сказать, что энергоресурс мира удваивается каждые 10 лет, а удельный вес переменных ЭМП в электроэнергетике за это время возрастает еще в три раза. Если 35-40 лет назад проблема биоэлектромагнитной совместимости затрагивала лишь случаи профессионального облучения (главным образом от радиолокационных станций и электротехнологических установок), то сегодня имеет смысл говорить об угрозе воздействия техногенного ЭМ-фона на население Земли. Многоцелевое применение источников ЭМИ, внедрение новых технических средств, создающих мощные ЭМП, способствуют увеличению масштаба и интенсивности их воздействия на человека и биосферу в целом [3,4,8,12,21,22].

При современном уровне цивилизации (с возрастающим внедрением источников ЭМП в повседневную жизнедеятельность человека и высокой биологической активностью техногенных ЭМИ) в последние десятилетия ЭМ-характеристика окружающей среды (ОС) изменилась драматически. В решении Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности № 2-2 от 20.02.96 г. указывается, что неблагоприятное воздействие ЭМИ на человека и ОС принимает опасные размеры. Достаточно сказать, что за последние 50 лет суммарная мощность радиоизлучений суммарно возросла более чем в 50 тыс. раз. И это без учета мощности радиолокационных станций, принадлежащих различным военным ведомствам. Напряженность магнитных полей промышленной частоты в местах размещения воздушных линий и подстанций сверхвысокого напряжения на порядок превышает естественные уровни магнитного поля Земли. Высокие уровни ЭМИ наблюдаются на территориях, а нередко и за пределами размещения передающих радиопередатчиков низкой, средней и высокой частоты. Появились местности и целые регионы, на территории которых уровни ЭМИ превышают гигиенические нормативы воздействия на население [3,4,8,10,21,22].

В настоящее время на Земле возникли крупные электромагнитные «пятна», являющиеся порождением супергородов, которые полностью изменили внешний геофизический облик нашей планеты. Как следствие этого, светимость Земли в радиодиапазоне превзошла светимость Солнца.

Создатель учения о ноосфере академик В.И. Вернадский в 1926 г. отмечал, что кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волн. Действительно, спектр частот как акустических колебаний, так и ЭМИ очень широк и охватывает диапазон волн от крайне низкочастотного инфразвука до ультразвуковых явлений, от радиоволн малой частоты до ионизирующего излучения (ИИ).

Современные мегаполисы соответствуют зонам с высоким уровнем техногенных электромагнитных полей, обладающих весьма сложной пространственной, временной и частотной структурой, где живёт большинство населения. Наиболее значительный вклад в формирование «электромагнитного смога» в мегаполисах вносит электротранспорт. Магнитные поля, генерируемые электрифицированным транспортом, которые дают основной вклад в магнитное окружение плотно населённой городской среды, имеют сложную частотную структуру с преобладанием компонентов ниже 15 Гц. Показано, что такие поля представляют серьёзную угрозу для здоровья человека [3-6, 8, 12].

Немало работ посвящено электромагнитной безопасности работы с видеодисплейными терминалами. Однако, за последние годы был достигнут большой прогресс в снижении уровня электромагнитного излучения таких изделий и подобные работы стали менее актуальными. Ненонизирующие излучения преобладают во многих отраслях промышленности, однако, по мнению некоторых авторов, мы переоцениваем значение уровня электромагнитных полей на рабочих местах и недооцениваем его в бытовых условиях.

Особое внимание в последние годы уделяется гипомангнитным состояниям. Изоляция человека или животных от окружающего электромагнитного фона может иметь для них более тяжёлые последствия, чем действие весьма сильных магнитных полей. Большой интерес представляет сообщение С.В. Авакян и др. [1] о возникающем психофизическом напряжении в радиопереговорах экипажей космической станции «Салют-6» с Цен-

тром управления полётами именно в периоды исчезновения геомагнитных пульсаций.

Анализ состояния геомагнитного фона в дни авиационных происшествий в период 1988-1998 гг. показал, что ошибочные действия экипажа происходят, как правило, в период подъёма геомагнитной активности. Напротив, отказ техники обычно связан с понижением уровня магнитного поля в день происшествия [7].

Постоянно возрастающее электромагнитное загрязнение ОС в городах вызывает обоснованную тревогу у гигиенистов и экологов. По М.А. Рудакову [15], ЭМИ - оценка и возможные меры профилактики затруднены следующими причинами:

- в большинстве случаев невозможно ограничение выброса загрязняющего фактора в ОС;
- затруднена замена данного фактора на другой, менее неблагоприятный;
- невозможна «очистка» эфира от нежелательных излучений;
- особенностью облучения в городских условиях является воздействие на население как суммарного электромагнитного фона (интегральный параметр), так и сильных ЭМП от отдельных источников;
- неприменим медико-гигиенический подход, состоящий в ограничении ЭМП до природного фона;
- наличие одновременное воздействие электромагнитного поля (круглосуточно и на протяжении ряда лет на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных);
- трудно статистически описать параметры излучений многих источников, распределённых в пространстве и имеющих различные режимы работы.

Механизм биологического действия слабых электромагнитных полей как природного, так и техногенного происхождения на живые организмы пока остаётся до конца невыясненным. Отсутствует и общепризнанная теория.

В литературе приводятся убедительные доказательства опасности магнитных полей ультранизких частот для здоровья человека. Имеются сообщения о восприимчивости 30 % людей к техногенным магнитным полям 0,01-2 Гц с индукцией до 2 мкТл (изменения выраженности медленных волн на электроэнцефалограмме). В настоящее время всё больше внимания уделяется эффектам электромагнитного излучения ниже теплового уровня (10 мВт/см²). В последние годы были получены данные о высокой чувствительности организма к слабым магнитным полям [24- 26].

На основании данных литературы можно утверждать, что ЭМП оказывает неблагоприятное влияние на организм и при определенных условиях может послужить предпосылкой к формированию патологических состояний среди населения, подвергающегося хроническому воздействию этого излучения. ЭМП приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз). Сроки возникновения нарушений в организме при облучении ЭМП зависят от многих факторов: частотного диапазона, продолжительности воздействия (стажа работы), локализации облучения (общее или местное), характера ЭМП (модулированное, непрерывное, прерывистое) и других. При этом существенную роль играют индивидуальные особенности организма. Экс-

периментально доказано, что воздействие модулированных ЭМП может вызывать эффекты, противоположные эффектам немодулированных ЭМП. Использование в эксперименте ЭМП импульсной генерации даёт возможность получать более выраженный биологический эффект, чем при непрерывном облучении. О большой биологической активности импульсных излучений свидетельствует также большая к ним чувствительность холинергических систем мозга[3,4,21,22]..

ЭМП ультранизкой (0-10 Гц) и очень низкой частоты (10-1000 Гц) создаются в процессе эксплуатации электрифицированного городского и железнодорожного транспорта, линиями электропередач, подстанциями и кабельными трассами. Так, интенсивность полей в черте Санкт-Петербурга в 100-1000 раз выше естественного фона, характерного для пригородов.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области электромагнитному облучению гигиенически значимых уровней по предварительным оценкам подвергаются [13]:

- приблизительно 30 % населения, род профессиональной деятельности которого связан с производством и использованием электромагнитной энергии (профессиональное облучение);

- приблизительно 60 % от общего числа населения Санкт-Петербурга, облучаемого вне производственной сферы (проживающие вблизи воздушных линий электропередач, а также в домах с электрическими плитами, пользователи персональных ЭВМ и сотовых радиотелефонов и др.).

Особенностями электромагнитного облучения населения в Санкт-Петербурге являются[13]:

- одновременный двойственный характер облучения: электромагнитный фон от множества статических источников (интегральный параметр) и ЭМП от сосредоточенных источников (дифференциальный параметр);

- высокая концентрация источников ЭМП и населения на единицу площади, что затрудняет анализ облучаемости;

- вероятность в ряде случаев длительного воздействия ЭМП (круглосуточно и на протяжении ряда лет);

- воздействие на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных, в том числе имеющих предрасположенность к развитию злокачественных опухолей.

Особый интерес представляют работы, касающиеся изучения влияния на ЦНС низкоинтенсивных СВЧ-полей, модулированных в частотном диапазоне собственных биологических ритмов биообъекта. Установлено, что пороговые интенсивности для микроволновых излучений, модулированных в этом диапазоне, значительно ниже тех, которые являются характерными для импульсных и непрерывных излучений [2]. Низкоэнергетическое СВЧ-поле, модулированное в ритме собственных частот мозга, обладает выраженным кардиотропным действием.

Подвергая мозговую (нервную) ткань воздействию ЭМП, модулированных частотой собственных биоритмов мозга, достигают усиления биологического действия ЭМП за счет резонансных явлений (табл. 1).

Среди выявленных различными авторами закономерностей в действии СВЧ-полей нетепловой интенсивности можно отметить следующие, связанные со способностью ЭМП:

- влиять на течение биохимических реакций внутриклеточного метаболизма;

- влиять на ферментативную активность белков - ферментов в головном мозге, печени и других структурах;
- воздействовать (прямо или косвенно) на процессы передачи генетической информации (на процессы транскрипции и трансляции);
- влиять на уровни сульфгидральных и других групп, определяющих полярность белковых молекул;

Таблица 1

Опасные и вредные частоты (по Конторову Д.С. и др., 1993)

Частота Гц	Отрицательный эффект
0,02	Увеличение времени реакции на возбуждение.
0,06	Стойкое психическое торможение.
1-3 (ритм мозга)	Стресс.
5-7 (ритм мозга)	Умственное утомление. Стресс. Отрицательное эмоциональное возбуждение.
8-12 (ритм мозга)	Влияет на реактивность и эмоциональное возбуждение, вплоть до судорожной активности.
12-31 (ритм мозга)	Умственное утомление. Усиление стресса.
1000-12000	Снижение аудиоактивности и слухового восприятия в целом.
40-70	При высокой напряжённости поля ухудшение обменных процессов. Индивидуальные физиологические изменения, беспокойство.
Около 400 (пейсмеркерные колебания)	Возможны функциональные нарушения.

- действовать на нейрогуморальную регуляцию, в частности, на гипоталамо-гипофизарную и симпатoadреналовую системы;
- изменять динамику иммунного ответа;
- изменять физико-химические свойства глии, в частности, её электронно-оптическую плотность;
- перестраивать рисунок импульсных потоков, генерируемых нейронами;
- изменять функциональную активность рецепторов и различных ионных каналов;
- изменять структурные характеристики кластеров и ассоциатов воды в биологических жидкостях.

Пол, возраст и состояние алкогольного опьянения оказывают существенное влияние на чувствительность человека к слабым магнитным полям [18].

По величине дозы и характеру облучения выделяют острое и хроническое поражение микроволновыми излучениями (табл. 2). К острым поражениям относят нарушения, возникающие в результате кратковременного воздействия микроволн плотностью потока энергии (ППЭ), вызывающей термогенный эффект. Хроническое поражение – результат длительного воздействия микроволнового излучения субтепловой ППЭ.

**Картина клинических проявлений воздействия микроволн
на организм человека при различных интенсивностях излучения
(модификация с дополнениями данных
Б.А. Минина [10])**

Интенсивность микроволн, мВт/см ²	Наблюдаемые изменения
600	Болевые ощущения в период облучения.*
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей.*
100	Повышение артериального давления с последующим его снижением, в случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двухсторонняя катаракта.
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5-1 ч повышение давления на 20-30 мм рт.ст.*
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов тканей.
10	Астенизация после 15 мин облучения, изменение биоэлектрической активности мозга.
8	Неопределённые сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свёртываемости крови.
8	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате.
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения.
3-4	Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца.
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объёма крови сердца.
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объёма крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течение 3,5 мес.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМИ.
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5-10 лет.
0,1	Электрокардиографические изменения.
До 0,5	Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии.*

* - значения интенсивности являются наименьшими из встречающихся в литературе.

Специфическое действие ЭМИ объясняют нелинейным характером влияния поля на микроструктуры. Механизм действия СВЧ заключается в изменении мембранной проницаемости клетки, что приводит к изменению функции нуклеотидциклязной системы, влияющей на активность окислительно-восстановительных ферментов. Продукты метаболизма гуморальным путём вызывают изменения физиологического состояния.

Некоторыми авторами высказываются предположения о существовании у животных и человека специфических рецепторов для восприятия ЭМП. По нашему мнению, роль такого рецептора в организме могут играть молекулы воды в биологических жидкостях [5].

Естественные, природные ЭМП могут быть связаны с процессами, происходящими на Солнце, или иметь чисто земное происхождение. В обоих случаях это необходимо учитывать в дальних, долговременных космических полётах к другим планетам [1,11].

Важная особенность геомагнетизма и гравитации состоит в том, что эти факторы являются всепроникающими физическими полями – ничто на Земле и за её пределами не сможет экранировать их воздействие [11].

Суждение А.П. Чижевского [23] о пространственной неоднородности гелиогеофизических эффектов имеет отношение как к земной, так и космической среде обитания. Поэтому надо учитывать, что земные закономерности в космическом пространстве могут иметь не только разную степень выраженности, но и разный знак. Соответственно, такое положение требует предусмотреть и адекватные способы профилактики [6].

Аномальное по напряжённости магнитное поле является фактором, повышающим риск развития патологий сердечно-сосудистой и иммунной систем. Характер влияния аномального магнитного поля на человека находится в тесной зависимости от других экологических факторов (токсикологической и радиологической природы).

Новейшие научные исследования всё больше свидетельствуют о том, что человек через спектр электромагнитных излучений своего тела может взаимодействовать с резонансами Земли, ионосферы, с другими видами животных и растений. Именно посредством волн-частот Шумана каждый человек, каждое живое существо находятся в резонансе по отношению к Земле. У человека основной спектр частот, продуцируемых мозгом, находится в диапазоне от 1 до 40 Гц, а частоты 8-12 Гц соответствуют уравновешенному, спокойному взаимоотношению с основной резонансной частотой Земли. Совпадение этих частот не случайно, а достигнуто эволюционно у всего живого. Поэтому, малейшее отклонение уже фиксируется на бессознательном уровне и живой объект на него реагирует функционально (вспомните реакцию морских животных на приближение шторма, урагана) - см. табл.1.

Можно также предполагать, что именно альфа-ритм (8-10 Гц) выполняет функцию «шунтирования», защиты от слабых электромагнитных воздействий внешней среды (табл.1).

Человек на 65-80 % состоит из молекул воды. По нашим данным, именно вода в организме является шестым органом чувств для восприятия электромагнитных волн во всём спектре и интенсивности его воздействия. Наиболее чувствительны структуры внутриорганизменной воды к ЭМИ низкочастотным, низкоинтенсивным (ниже 4 Гц и на порядок ниже магнитного поля Земли). Именно здесь возникает опасность того, что с помощью специально создаваемых и ориентированных частот Шумана имеется возможность нечувствительного и невидимого (как радиация) воздействия на человека, его настроение, эмоции, здоровье и мозговую деятельность. И это не научный вымысел.

В фундаментальных исследованиях В.И. Слесарева [19, 20] показано, что вода способна безреагентно изменять свои свойства и функции, а также водосодержащих систем за счёт изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразующих свойств. Всё это приводит к изменению спектральных характеристик, растворяющей способности, изменению биологических и физиологических функций.

Собственное электромагнитное поле воды низкоинтенсивно ($\leq 10^{-5}$ Вт/см²) и дискретно в широком диапазоне частот (10^{14} Гц $< \nu < 10$ Гц). Электромагнитное поле воды зафиксировано в условиях растущего льда, а в условиях жидкого состояния – в разных диапазонах от мм до км.

Реальные биохимические и биофизические реакции в биологических структурах протекают с дискретными потенциалами: -0,40; -0,10; 0,19; 0,49 и 0,78 В при pH = 7,5 (крайние значения – потенциалы разложения воды, прекращение жизненных процессов).

В воде качественное различие между магнитной индукцией и напряжённостью магнитного поля исчезает. Воздействие на воду переменным ЭМП низкой частоты (0,01-0,04 Гц; 1-7 Гц и др.) и низкой интенсивности (5-50 мкВт/см²) экспериментально приводит к изменению ряда её физических параметров, которые сохраняются до 72 ч.

Исходя из пространственных, геометрических и количественных характеристик ассоциатов воды, их можно рассматривать как активного участника, катализатора многих биохимических процессов [9]. Именно ассоциаты воды способны снижать энергетические барьеры для прохождения химических, биохимических и биофизических реакций.

Любая электромагнитная энергия и имеющаяся внутри её частотная информация перекодируется в конкретные водные, нейрональные, белковые и ассоциативные структуры живого организма – двойники этой информации.

В последнее время (10-15 лет) увеличивается интенсивность всех резонансов (волн) Шумана и человек естественным образом воспринимает ЭМИ в диапазоне 4-7 Гц и 13-40 Гц.

Нижняя частота Шумана 7,83 Гц претерпевает изменения и приближается к границе 8 Гц, иногда и выше. Вторая и третья резонансные частоты Шумана также претерпевают колебания в пределах 0,3 и 0,8 Гц соответственно.

По нашему мнению, всплески ажиотажа вокруг птичьего гриппа, неспецифической пневмонии, необъяснимого появления новых вирусоподобных заболеваний и возникающей активности нейтральных биологических структур имеют мало изученное непосредственное отношение к изменяющемуся техногенному магнитному фону, изменению частотных характеристик резонансов Шумана, закрытых испытаний устройств, генерирующих низкочастотные электромагнитные волны.

Исходя из современных представлений и достижений науки можно отметить некоторые особенности, подтверждающие это положение.

В организме человека и животных как ответ на внешнее воздействие происходит структурная перестройка как отдельных молекул воды, так и связанной воды, кластеров и ассоциатов воды, которая структурно повторяет формы субмолекулярных, молекулярных и клеточных структур, включая мембраны клеток. Водные структуры организма являются основным источником инфракрасного излучения, а также регуляторным механизмом биохимических и биофизических процессов в нём.

В организме имеется большое количество безвредных бактерий, вирусоподобных молекул белка и т.п. Вследствие указанных выше воздействий они переходят из состояния безобидного существования в фазу патогенных возбудителей болезни. Не последнюю роль при этом играет изменённый

структурный фон биологических жидкостей. Результаты наших предварительных исследований свидетельствуют, что всего лишь 1 мл структурированного низкочастотным генератором физиологического раствора, введённого внутривенно (0,5 мл) мышам или внутривенно человеку, способен как активировать физиологические процессы в организме, так и статически или литически влиять на вирусы гепатита С.

На патогенность бактерий, вирусов, безвредных молекул белка влияет даже одна перестановка молекулы водорода или изменение структурной ориентации молекулы активного центра вследствие изменения пространственной структуры всей молекулы белка. На молекулярном уровне (живого организма) нужны лишь очень небольшие воздействующие импульсы (нескольких фотонов), которые оказывают значимое влияние на тонкие биологические структуры, угловые изменения положения которых имеют огромные функциональные последствия. Эти данные хорошо согласуются с понятием И.Р. Пригожина структурной устойчивости, упоминаемого в книге «От существующего к возникающему» [27], где оно рассматривается в контексте изучения возникновения определенных ситуаций после воздействия флуктуаций на систему, - то, что называется специальным термином «порядок через флуктуацию». Основные подходы к этой теме намечены в книге, написанной И. Пригожиным в соавторстве с Г. Николасом «Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к порядку через флуктуации» [28]. Модели «порядок через флуктуацию» открывают нам неустойчивый мир, в котором малые причины порождают большие следствия. Причина усиления малых событий – вполне «законный» предмет рационального анализа. Одни и те же нелинейности могут порождать порядок из хаоса элементарных процессов, и при других обстоятельствах привести к разрушению того же порядка и, в конечном счете, к возникновению новой когерентности (согласованным протеканием во времени нескольких колебательных или волновых процессов, разность фаз которых постоянна), лежащей уже за другой бифуркацией.

Для каждой биологической, биохимической структуры в живом организме характерны свои пространственные позиции молекул. Структурные изменения молекул воды в организме могут изменять угловую ориентацию и направление вращения одного атома биологической молекулы относительно другого, одной молекулярной группы относительно другой. Химический состав при этом постоянен, хиральность не изменяется – меняется пространственная структура и соответственно возникают биологические эффекты. Например, кластеры ксенона, или постксеноновые ассоциаты воды в биологических жидкостях. Известно, что разрывы хромосомных цепочек происходят при воздействии нетепловых излучений различного происхождения - это уже уровень, в первую очередь, взаимодействия биоструктуры с биожидкостью [6, 24, 25].

Пространственное положение всех форм биологических молекул и других биоструктур в организме поддерживается как внутренними электростатическими и слабыми электромагнитными взаимодействиями, характерными для каждого живого организма индивидуально, а также и управляющими электромагнитными излучениями окружающей среды (от космического, околоземного, земного и техногенного). Земные силовые поля, резонансы Шумана, насыщение электромагнитным смогом техногенного происхождения, гепатогенные зоны имеют малую напряжённость, но продолжительное время воздействия. Влияя на основные ритмы ЦНС, они могут нарушать управляющие импульсы головного мозга и этим изменять как

иммунологический статус всего организма в целом, так и пространственные структуры форм иммунных молекул.

Живые структуры, как и всё в природе, организованы по фрактальному принципу. Изменения составных частей любого фрактала на микроуровне в организованных системах даже под влиянием слабых и сверхслабых воздействий (ниже kT) всегда отражаются на макроскопическом уровне в изменении формы и функции целого. Примеров в природе предостаточно. Водные структуры в любом живом организме являются фундаментом фазовой связи фрактальных резонаторов, они же поддерживают когерентность биологической системы на каждом иерархическом уровне. Только из-за наличия биологических жидкостей все тонкие структуры реагируют на внешние воздействия, в том числе и ЭМИ, одинаково. Малые уровни взаимодействия в системе могут иметь как положительное, так и отрицательное влияния.

Являясь, по нашему мнению, фундаментальным рецептором всех электромагнитных воздействий, структурные образования биологических жидкостей – это первое звено слабых и сверхслабых воздействий как внутри организма, так и в чувствительности (восприятия) к внешним излучениям. Вода в живом организме определяет биосовместимость молекулярных компонентов и метаболическую изменчивость. От состояния биологических жидкостей зависят функции печени, почек и других систем, а также окислительно-восстановительных и обменных процессов (живая – мёртвая вода [9]).

Изменение внутренних управляющих импульсов биологической системы на всех уровнях иерархии (от локальных, региональных до центральных) при воздействии внешних, даже слабых, сигналов может привести к стрессу, депрессии, неспецифическому снижению иммунной реактивности организма и, как следствие, подверженности различным инфекционным, вирусным и другим заболеваниям.

В наших исследованиях отмечено, что структурноорганизованный низкочастотным излучением физиологический раствор или слабое низкочастотное низкой интенсивности воздействие на человека приводит к снижению дозы применяемого фармакологического препарата, повышению эффекта от препаратов, ранее не оказывающих лечебного действия, вплоть до полного отказа от лекарств.

Можно предложить и пути коррекции влияния геомагнитного поля (ГМП) на организм человека или животного. При нежелательности низкого уровня активности ГМП частичное экранирование организма должно сыграть роль фактора, компенсирующего влияние земного магнетизма. И, наоборот, если нежелателен высокий уровень ГМП - активности, то его можно скомпенсировать наложением ЭМП с частотой, близкой к циклотронной. Естественно, что эти предположения нуждаются в экспериментальной проверке.

Попадание человека (животного) в новую обстановку (микроклимат) с низкоинтенсивными низкочастотными электромагнитными полями приводит организм к новым внутренним реакциям и перестройкам. В этом отношении серьезное внимание необходимо обратить не только при обитании на Земле, но и в космических перелётах, тем более при освоении других планет [1,11]. Частотный, привычный землянам, ритм, базирующийся на основной резонансной частоте Земли, обязательно будет отличаться на других планетах. Отсюда необходимость и актуальность фундаментальных исследований проблем космической безопасности человека, способов безопасного нахождения в межпланетном пространстве.

Литература

1. *Авакян С.В., Воронин Н.А., Боровкова О.К., В.В. Ковалёнок.* Межпланетные пилотируемые полёты в отсутствии геомагнитных пульсаций – психофизический аспект // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: Материалы IV Международного конгресса. – СПб., 11-14 окт.: 2006.- С. 157.
2. Временные допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи: Гигиенические нормативы ГН 2.1.8/2.2.4.019-94. -М., 1995.
3. *Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Кудрин П.А. и др.* Биологическое действие низкоинтенсивных экологических факторов на человека // Жизнь и безопасность.- 1997.- № 1.- С.206-230.
4. *Довгуша В.В., Тихонов М.Н.* Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний // Медицина экстремальных ситуаций.- 1999.- № 1.- С.5-10.
5. *Довгуша В.В., Лехтлаан-Тыниссон Н.П., Довгуша А.В.* Вода – привычная и парадоксальная. –СПб;.: 2007. – 242 с.
6. *Довгуша В.В., Довгуша А.В.* Электромагнитные поля. Роль и механизмы контроля над сознанием и заболеваемостью // Медицина экстремальных ситуаций.- № 2(24).- С.49-59.
7. *Зенченко Т.А.* Анализ характерных особенностей геофизической обстановки в моменты авиационных происшествий, произошедших по разным факторам-причинам // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: Материалы IV Международного конгресса. – СПб., 11-14 окт.: 2006.- С. 142.
8. *Копытенко Ю.А., Птицына Н.Г. и др.* Загрязнение городской среды ультранизкочастотными магнитными полями от электротранспорта // Погода и биосистемы: Материалы IV Международного конгресса. – СПб., 11-14 окт.: 2006.- С. 85.
9. *Калинъш К.К.* Каталитические свойства воды: «живая» и «мёртвая» вода // В кн.: Биоинформационный ресурс человека: резервы образования. Матер. Научно-образовательная конференция. – СПб;.: 2004.- С.128-185.
10. *Минин Б.А.* СВЧ и безопасность человека. –М.: Советское радио, 1974 - 348 с.
11. *Никитина В.Н., Фоминич Э.Н., Мырова А.О. и др.* Гигиенические исследования электромагнитной обстановки в экранированных сооружениях // Морской медицинский журнал.- 1999.- № 5.- С.17.
12. *Никитина В.Н., Лашко Г.Г., Копытенко Ю.А. и др.* Гигиеническая оценка магнитных полей в электропоездах и технологических зонах метрополитена // Медицина труда и промышленная экология.- 2002.- № 3.- С. 16-18.
13. О состоянии окружающей среды в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 1998 году: Государственный доклад в 2 т. –СПб., 1999.- Том 1. -193 с.
14. Решение Совета безопасности РФ от 20.02.1995 № 2-2 «Об опасности электромагнитного загрязнения окружающей среды».

15. Рудаков М.А. Российские и европейские гигиенические нормативы на параметры радиоизлучений для населения // Стандарты и качество.- 1996.- № 4.
16. Рябов Ю.Г., Осипова А.Ю. Нормирование электромагнитной безопасности бытовых приборов в России и США // Стандарты и качество.- 1996.- № 5.
17. Санитарные правила и нормы «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона» (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96).
18. Сернов В.Ю. Безопасность жизнедеятельности человека в зонах геофизических аномалий Европейской России. –СПб., 2005.- 128 с.
19. Слесарев В.И. Основы химии живого. –СПб.: Химиздат, 2007. – 787 с.
20. Слесарев В.И. Загадки воды. Структурно-информационное свойство воды и явление «аквакоммуникации» // Вода и экология (Проблемы и решения).- 2004.- № 4 (21). – С. 49-83.
21. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Кудрин П.А. Общество в условиях техногенного прессинга электромагнитных излучений // Экология промышленного производства.- 1998.- № 3-4.- С.11-32.
22. Тихонов М.Н., Довгуша В.В. Электромагнитная безопасность: постижение реальности // Экологические системы и приборы.- 1999.- № 4.- С.43-55.
23. Чижевский А.А. Космический пульс жизни. –М.: Мысль, 1995. – 768 с.
24. Crasson M. et al. Absence of daytime 50 Hz, 100 μ Trms magnetic field or bright light exposure effect on human perform. P... ance and psychophysiological parameters // Bioelectromagnetics.- 2005.- Vol. 26, № 3.- P. 222-233.
25. Fuller M., Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics.- 2005.- Vol. 26, № 3.- P. 234-237.
26. Gordon C., Berke M. The effect of geomagnetic storms on suicide // Safr. Psychiatry Rev.- 2003.- Vol. 6.- P. 24-27.
27. Пригожин П. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. – М.: УРСС, 2002.
28. Prigogine I., Nicolis G/ Self Orgazation in Non-Equilibrium System to Order Throuth Fluctuations. New York: J.Wiley&Sons, 1977.
29. Николис Г., Пригожин П. Познавание сложного– М.: УРСС, 2003.
30. Пригожин П., Стенгерс П. Порядок из хаоса– М.: УРСС, 2003.
31. Пригожин П., Р. Постигание реальности // Природа. – 1998.- № 6.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ЕВРОПЕ: ИНСТРУМЕНТЫ, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Emmanuel C. Gentil

(Технический университет Дании¹,
Факультет инженерного обеспечения охраны окружающей среды), Доктор-
ская диссертация, Февраль 2011 г.

«Если мы будем ждать четких и неоспоримых результатов от науки, мы можем их дожидаться бесконечно. Если решения можно принять, их надо принимать не на самой лучшей основе. Анализ жизненного цикла и другие инструменты для анализа экологических систем могут стать основой принятия таких решений, которые не будут окончательными, но будут более полноценными».

Ekwall, et al., 2007 [1].

ПРЕДИСЛОВИЕ

Работа, которая представлена в этой докторской диссертации под названием “Моделирование жизненного цикла обращения с отходами в Европе: инструменты, изменение климата и предотвращение образования отходов”, была проведена на факультете инженерного обеспечения охраны окружающей среды при Техническом университете Дании под контролем руководителя проф. Томаса Хойлунда Кристенсена (Thomas Højland Christensen) и соруководителя проф. Михаэля Хаушильда (Michael Hauschild). Исследования в рамках диссертации проходили с октября 2006 по ноябрь 2010 г. и финансировались научно-исследовательским отделением 3 R (исследования остаточных ресурсов) при Техническом университете Дании.

Содержание диссертации основано на трех статьях, опубликованных в научной литературе, и одной представленной для публикации. В тексте даются ссылки на статьи, с указанием фамилий авторов.

I *Gentil E.C., Damgaard A., Hauschild M., Finnveden G., Eriksson O., Thorneloe S., Kaplan P., Barlaž M., Muller O., Matsui Y., Li R. and Christensen T.H.* (2010) Models for waste Life Cycle assessment: review of technical assumption. Waste Management, 30, 2636-2648.

II *Gentil E.C., Aoustin E., and Christensen T.H.* (2009) Greenhouse gas accounting and waste management. Waste Management & Research, 27, 696-706.

III *Gentil E.C., Clavreul J., and Christensen T.H.* (2009) Global warming factor performance of MSW management in Europe. Waste Management & Research, 27, 850-860.

¹ Технический университет и исследовательский институт, расположенный в муниципалитете Лундбю-Торбек, к северу от Копенгагена. Основан в 1829 г. физиком Г.Х. Эрстедом. В рейтинге “Times Higher Education Supplement” в 2008 г. занимал 20-е место среди технических университетов мира, 3-е место в Европе и 1-е в Скандинавии.

IV Gentil E.C., Gallo D., and Christensen T.H. (2010) Environmental evaluation of municipal waste prevention. Submitted to Environmental Science and Technology.

Кроме того, в течение написания диссертации были сделаны следующие публикации:

Christensen T.H., Gentil E.C., Boldrin A., Larsen A.W., Weidema B.P., Hauschild M. (2009) Carbon balance, carbon dioxide emissions and global warming potentials in LCA-modeling of waste management systems. *Waste Management & Research*, 27, 707-715.

Scheutj C. H., Kjeldsen P. and Gentil E.C. (2009) Greenhouse gases, radiative forcing, global warming potential and waste management – an introduction. *Waste Management & Research*, 27, 716-723.

Gentil E.C., Potter A., and Boldrin A. (2008) Carbon footprinting of export of second-life materials using life-cycle thinking. *Proceeding Waste 2008*, Waste and resource management: A shared responsibility. Stratford upon Avon, UK.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

AAU – Assigned allowance units – Единицы установленных разрешений на выбросы

AGW – Anthropogenic global warming – Антропогенное глобальное потепление

AR – Assessment report – оценочный доклад

CCX – Chicago Climate Exchange – Чикагская климатическая биржа²

CDM – Clean development mechanism – Механизм чистого развития

CER – Certified emissions reductions – Сертифицированные сокращения выбросов

CLRTAP – Convention on long-range transboundary air pollution – Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (принятая в 1979 г.)

COM – Communication – сообщение

COP – Conference of parties – Конференция сторон (Рамочной конвенции об изменении климата)

CORINAIR – Core inventory of air emissions – кадастр выбросов в воздух

CSR – Corporate social responsibility – корпоративная социальная ответственность

DE – Германия

DEFRA – Department for Environmental, Food and Rural Affairs – Министерство окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства (Соединенное Королевство)

DG – Directorate General – Генеральный директорат

DK – Дания

DST – Decision support tool – инструмент поддержки принятия решений

DTU – Technical University of Denmark – Технический университет Дании

EASEWASTE – Environmental assessment of solid waste systems and technologies – Экологическая экспертиза систем и технологий обращения с твердыми отходами

² Добровольная инициатива частного сектора по сокращению и торговле выбросами парниковых газов. Открыта весной 2003 г. для участия компаний-эмиттеров, проектов по сокращению производства выбросов, проектов по повышению уровней поглощения углерода лесными массивами и посредников из Северной Америки.

ЕС – European Commission – Европейская Комиссия
ЕЕА – European Environmental Agency – Европейское агентство окружающей среды
ЕЕС – European Economic Community – Европейское экономическое сообщество
ELCD – European life cycle database – Европейская база данных по жизненному циклу
ЕНЕА – Italian National agency for new technologies, Energy and sustainable economic development – Итальянское национальное агентство новых технологий, энергии и устойчивого экономического развития
ЕрЕ – Entreprises pour l'Environnement – предприятия Франции за защиту окружающей среды
ЕРЕР – European pollutant emission register – Европейский регистр выбросов и сбросов загрязнителей
EPIC-CSR – Environment and Plastic Industry Council, Corporations Supporting Recycling – Совет пластмассовой продукции по окружающей среде, корпорации в поддержку рециклинга
ЕРУ – Emission reduction units – единицы сокращения выбросов
ESRL – Earth System Research Laboratory – Земная научно-исследовательская лаборатория (Национального управления по исследованию океанов и атмосферы США)
ETS – Emission trading scheme – Схема торговли выбросами
ЕU – European Union – Европейский Союз
FR – Франция
GDP – Gross domestic product – Внутренний валовой продукт
GEMIS – Global emission model of integrated systems –
GJ – GigaJoule – гига Джоуль
GR – Греция
GRI – Global reporting initiative – Инициатива глобальной отчетности³
GTP – Global temperature change potential – потенциал изменения глобальной температуры
GWF – Global warming factor – показатель глобального потепления
ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives – Международный совет местных природоохранных инициатив
IGES – Institute for Global Environmental Strategies – Институт глобальных природоохранных стратегий
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Межправительственная группа экспертов по изменению климата
ISO – International Organization for Standardization – Международная организация стандартизации
ISWA – International Solid Waste Association – Международная ассоциация твердых отходов
IWM – Integrated waste management – комплексное управление отходами
JI – Joint implementation – совместное выполнение
JVETS – Japan's voluntary emissions trading scheme – Японская добровольная схема торговли выбросами
LCA – Life-cycle assessment – оценка жизненного цикла
LCC – Life-cycle costing – оценка стоимости жизненного цикла проекта

³ Независимый институт со штаб-квартирой в Амстердаме, основанный в 1997 г. Обеспечивает стандартизованную систему отчетности об экономической, природоохранной и социальной деятельности организаций.

LCI - Life-cycle inventory – инвентаризационный анализ жизненного цикла
LHV – Lower heating value – низшая теплотворная способность
MBT – Mechanical biological treatment – механико-биологическая обработка
MS – Member states – государства-члены
MSW – Municipal solid waste – муниципальные твердые отходы
MSWI - Municipal solid waste incinerator – мусоросжигательный завод
NIMBY – Not in my back yard – пожалуйста, но только не у меня (позиция недопущения какой-либо деятельности на своей территории)
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration - Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы
OECD – Организация экономического сотрудничества и развития
ORWARE – Исследования органических отходов⁴
PL - Польша
POP – Persistent organic pollutant – Стойкий органический загрязнитель (СОЗ)
PRTR – Pollutant release and transfer registers – Протокол о регистрации выбросов и переносе загрязнителей
SSWMSS – Strategic waste management support software – Программная поддержка стратегического управления отходами
TJ - тераджоуль
TS – total solid – общее содержание твердых веществ
UK – Соединенное Королевство
UNEP – Программа ООН по окружающей среде
UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change – Рамочная конвенция ООН по изменению климата
UOD – Upstream operating downstream – добыча, внутрипромышленная транспортировка и первичная переработка углеводородов и глубокая их переработка
USA – Соединенные Штаты Америки
VS – volatile solid – летучее твердое вещество
WBCSD – World Business Council on Sustainable Development – Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию
WEEE – Waste electrical and electronic equipment – отходы электротехнического и электронного оборудования
WISARD – Waste integrated systems assessment for recovery and disposal – комплексная система оценки отходов для утилизации и размещения
WRAP – Waste and Resources Action Program – программа действий по отходам и ресурсам (некоммерческая организация в Соединенном Королевстве)
WRATE – Waste and resources assessment tool for the environment – Оценка воздействия отходов и ресурсов на окружающую среду
WRI – World Resource Institute – Всемирный институт ресурсов

РЕЗЮМЕ

Европа имеет длительную историю управления отходами, когда нормативно-правовое регулирование, исполнение и правоприменительная деятельность являются основными движущими силами для развития и диверсификации технологий управления отходами с 1970-х годов. Несмотря на активные инженерные разработки для минимизации воздействий на здоровье человека и окружающую среду, образование отходов и их “сложность”

⁴ Система моделирования органических отходов, разработанная в Швеции.

возрастали по мере экономического развития. В последние годы европейская индустрия отходов переживает глубокую и длительную трансформацию: темпы роста образования отходов снижаются и, что более важно, имело место значительное изменение от размещения отходов к управлению ресурсами, потребовавшее инструментов моделирования, таких как модели оценки жизненного цикла (LCA) для проведения экологической экспертизы вследствие сложности систем.

В представленном тексте диссертации сделана проверка ключевых моделей жизненного цикла обращения с отходами и показано, что результаты этих моделей в значительной степени зависят от технических допущений и параметров, определяющих технологии обращения с отходами. Некоторые из этих технических допущений претерпели значительное развитие от ранних моделей до самых последних моделей.

Важной целью моделей LCA отходов является выполнение экологической оценки систем обращения с отходами и сообщение о результатах для разработки политики обращения с отходами на основе доказательств. Потенциал глобального потепления является экологическим индикатором, который обычно моделируется в инструментах LCA, но также сообщается в ряде других отчетных протоколов, что приводит к потенциальной путанице. В этой диссертации была проведена проверка различных видов обращения с отходами и механизмов учета парниковых газов, а также системы отчетности, в отношении предложенных операций первичной и глубокой переработки.

Для иллюстрации моделировали показатель глобального потепления шести европейских государств-членов. Результат исследования указывает, что, несмотря на общую “минимальную” нормативную базу, функционирование системы обращения с отходами заметно различается между государствами-членами. Наилучшие показатели характерны для государств-членов, в которых оказывается содействие эффективной утилизации материалов и энергии, что приводит к значительной пользе для общества, вследствие замены первичных ресурсов. Еще одно наблюдение связано с тем, что более надежно оценивать деятельность государств-членов в сфере обращения с отходами у государств-членов с помощью использования экологических индикаторов (нагрузки и выводы), чем просто использовать долю технологий обращения с отходами, применяемых каждым государством-членом (структурных индикаторов).

Надлежащее обращение с отходами дает выгоды для окружающей среды, создавая комфорт и потенциально приводя к заблуждению, выражающемуся в том, что образование отходов является приемлемым, поскольку извлекаются выгоды для окружающей среды от утилизации материалов и энергии. Однако абсолютно ясно, что если отходы не образуются вообще за счет деятельности по предотвращению их образования, воздействия обращения с отходами и выгоды прекращаются. Проблема решается. Суть состоит в том, что общество “без отходов” или “с нулевыми отходами” является совершенно абстрактной концепцией, которая имеет малую ценность на политическом уровне. Частичное предотвращение образования отходов, тем не менее, является более реалистичным подходом, который в настоящее время используется европейскими политиками и определяется как наивысший приоритет в иерархии обращения с отходами, согласно рамочной директиве по отходам. Предотвращение образования отходов, однако, плохо выполняется, и оно плохо определяется с помощью экологических показате-

телей. Для обращения к этой проблеме в данной диссертации предложена концептуальная модель предотвращения отходов и применяется к концептуальной модели LCA отходов, EASEWASTE. Основным результатом исследований указывает, что имеются относительно небольшие уровни снижения нагрузки от предотвращения образования отходов на окружающую среду и выгоды от систем обращения с отходами (необязательно пропорционально). Кроме того, наблюдается значительный выигрыш для окружающей среды от предотвращения производства товаров (первичная часть обращения с отходами) вследствие предотвращения образования отходов. В частности, в исследовании показано, что предотвращение образования отходов мяса дает наибольшую выгоду для окружающей среды, по сравнению с овощными отходами, тарой для напитков и невостребованной почвы.

Ключевые слова: муниципальные твердые отходы, MSW, система обращения с отходами, оценка жизненного цикла, LCA, парниковые газы (GHG), потенциал глобального потепления, GWP, показатель глобального потепления, предотвращение образования отходов.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

РЕЗЮМЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

ВВЕДЕНИЕ

ОБОСНОВАНИЕ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

1. ОТХОДЫ В ЕВРОПЕ: ПОСТОЯННО МЕНЯЮЩИЙСЯ ЛАНДШАФТ

1.1 РОСТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1.2 РОСТ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ

1.3 РОСТ СЛОЖНОСТИ ТИПОВ ОТХОДОВ

1.4 УВЕЛИЧЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ОТХОДОВ

1.5 РОСТ СЛОЖНОСТИ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

1.6 УЛУЧШЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

2. МОДЕЛИ LCA ОТХОДОВ

2.1 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛЕЙ LCA ОТХОДОВ

2.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОПУЩЕНИЯ МОДЕЛЕЙ LCA ОТХОДОВ

2.3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ LCA ОТХОДОВ

3. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

3.1 УЧЕТ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

3.2 ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В ЕВРОПЕ

4. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

4.1 МЕТОДОЛОГИЯ

4.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5.1 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

5.2 РЕКОМЕНДАЦИИ И БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

5.3 ВЗГЛЯД НА БОЛЕЕ ШИРОКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

БИБЛИОГРАФИЯ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2-1. Потенциальные параметры состава отходов для моделей LCA отходов

Таблица 3-1. Механизмы учета парниковых газов и рамки UOD

Таблица 3-2. Показатели для биогенного и ископаемого углерода

Таблица 3-3. Состав отходов, оцененный для 6 государств-членов в 2007 г.

Таблица 3-4. Ключевые параметры, воздействующие на показатель глобального потепления обращения с отходами

Таблица 3-5. Ранжирование обращения с отходами на основе Евроста-та и GWF

Таблица 4-1. Доля и уровни предотвращения образования отходов в некоторых фракциях отходов

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 1-1. Переменность состава отходов

Рисунок 2-1. Исходная технология отходов в LCA отходов

Рисунок 3-1. Исходная блок-схема Европейской системы обращения с отходами

Рисунок 3-2. GWF для национального обращения с отходами в 6 европейских государствах-членах

Рисунок 3-3. Параметры обращения с отходами в некоторых государствах-членах в 2007 г.

Рисунок 4-1. Концептуальная диаграмма моделирования предотвращения образования отходов.

ВВЕДЕНИЕ

Отходы обычно рассматриваются как неудобный и нежелательный побочный продукт общества. С инженерной точки зрения, отходы являются сознательной или бессознательной неудачей в оптимизации где-нибудь в цепи поставки. Для промышленности отходы редко полностью интернализуются, с экономической точки зрения. В большинстве стран, если не во всех рост валового внутреннего продукта (ВВП) (выраженный в росте насе-

ления, урбанизации и уровне финансового благополучия) коррелируется с ростом образования отходов. ВВП реально используется как показатель для оценки образования отходов [2]. Обращение с отходами обычно рассматривается как необходимое средство для защиты здоровья человека и окружающей среды. Жесткая нормативная база, сопровождаемая жестким выполнением и правоприменительной практикой, приводит к повышенным стандартам обращения с отходами. Хорошим примером является разработка комплексной политики обращения с отходами в Европейском Союзе, хотя она не проводится одинаково во всех государствах-членах. Например, за последние 20 лет Европа претерпела существенные улучшения в обращении со своими отходами: более диверсифицированные технологии и недавнее замедление роста образования муниципальных отходов, хотя все еще растущего [3]. В странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) рост образования муниципальных отходов был выше [4]. В промышленно развитых странах, и в частности, в Европе обращение с отходами перешло их стадии простого контроля загрязнения в стадию защиты здоровья человека и окружающей среды и затем к более продвинутой оптимизации, связанной с утилизацией материалов и энергии (иногда называемой “валоризацией”⁵ во Франции), которая замещает производство продукции и энергии где-либо в обществе, и в то же время минимизируются негативные воздействия на окружающую среду. Это изменение может заключаться в росте мощностей сжигания (с выработкой электроэнергии и утилизацией тепла) [5], повышении уровней рециклинга [6], росте компостирования [7] и оптимизации утилизации газа (для производства электроэнергии) на полигонах [8]. Например, производство энергии из биоразлагаемых муниципальных отходов возросло почти в 4 раза в период с 1990 по 2008 г., с 171776 ТДж до 621656 ТДж (низшая теплотворная способность) [9]. Напротив, за тот же самый период произошел рост выбросов в развивающихся странах с низкими и средними уровнями дохода [10, 11].

Обращение с отходами существенно улучшилось за последние 30 лет вследствие диверсификации технологий обращения с отходами в некоторых регионах мира с жестко регулируемым контролем выбросов и интенсификации захоронения отходов в развивающихся странах с плохим регулированием и плохим контролем окружающей среды. Одновременно за тот же самый период, но без непосредственной связи, антропогенное глобальное потепление становится возрастающей проблемой для общества. В 1975 г. Broecker⁶ был одним из первых ученых, который определил антропогенное глобальное потепление и его влияние на глобальное изменение климата [12].

Концентрация CO₂ в атмосфере возросла с 316 частей на млн. в 1960 г. до 387 частей на млн. в 2009 г., что эквивалентно росту на 22% для непрерывных наблюдений в обсерватории на горе Мауна Лоа (Гавайи)⁷, которые стали первым научным подтверждением антропогенного вклада в современ-

⁵ Повышение стоимости, использование отходов в качестве сырья.

⁶ Уолли Брокер (Wolly Broecker) – американский климатолог, который в 1975 г. опубликовал результаты своих исследований с заголовком “Является ли глобальное потепление угрозой человечеству?”. В этой работе с высокой точностью предсказано влияние выбросов CO₂ в атмосферу на глобальное потепление.

⁷ Работы, проводившиеся американским климатологом Чарльзом Килингом по изменению концентрации в атмосфере углекислого газа с 1958 г. на горе Мауна Лоа, которые продемонстрировали устойчивый рост средней концентрации атмосферного CO₂ с 315 частей на млн. в 1958 г. до 385 частей на млн. в июне 2008 г.

менные изменения климата [13]. В глобальном масштабе атмосферная концентрация CO_2 возросла с 339 частей на млн. в 1980 г. до 386 частей на млн. в 2009 г., или на 14% [14]. Антропогенные глобальные выбросы метана (сильный короткоживущий парниковый газ), вероятно, более важный для индустрии отходов из-за выбросов с полигонов, который является вторым самым важным парниковым газом (ПГ) после выбросов CO_2 . По оценкам, глобальные выбросы метана с полигонов возросли с 550 млн. т-эквивалентов CO_2 в 1990 г. до 700 млн. т-эквивалентов CO_2 в 2010 г., или на 27% [15] за тот же период.

Непосредственный вклад отходов потребления (главным образом неорганизованные выбросы метана с полигонов) остается относительно небольшим и незначительным в глобальном масштабе, составляя менее 5% для общих выбросов ПГ, или 1300 млн. т-эквивалентов CO_2 в 2005 г. [15]. Деятельность по обращению с отходами нормировалась относительно рано при разработке природоохранного законодательства вследствие связанных с ними воздействий на здоровье человека и ухудшение состояния окружающей среды. Эти нормативы, вероятно, являются самыми жесткими и самыми полными во всем природоохранном законодательстве в Европе, за исключением ядерной промышленности. Это жесткое нормирование индустрии отходов является, несомненно, существенной движущей силой помимо радикальных изменений, которые пережила эта отрасль и которая развивалась от простого, но ограничивающего контроля выбросов к большему пониманию потенциальных выгод утилизации энергии и материалов. Полагают, что экологическая оптимизация утилизации энергии и материалов при обращении с отходами может стать полезной только при проведении экологической оценки обращения с отходами с точки зрения перспектив системы [16]. Одним из подходов к достижению этого является использование оценки жизненного цикла (LCA), применяемого к обращению с отходами [16, 17]. Развитие LCA дало нам возможность получения данных, относящихся к потенциальным выгодам для окружающей среды от надлежащего обращения с отходами при рассмотрении отходов как полезного ресурса для инициирования экономики с многообразным использованием продукции, в которой отходы, образующиеся в одном месте, становятся ресурсами в обществе, при надлежащем отношении к окружающей среде.

Обоснование и цели исследования

Общей целью работы является исследование экологических показателей обращения с отходами в Европе, с помощью методологии представления о жизненном цикле. А именно, исследование сконцентрировано на трех темах:

- понимании лежащих в основе допущений, помимо моделей LCA (глава 2);
- оценке последствий обращения с отходами на изменение климата (глава 3);
- оценке экологических показателей предотвращения образования муниципальных отходов (глава 4).

Обоснование помимо этих целей основано на развитии ситуации с отходами и обращения с отходами в Европе (глава 1), необходимости надежных моделей (глава 2) для оценки экологических показателей деятельности по обращению с отходами. Это необходимое предварительное требование для интерпретации различий в результатах с другими моделями, и оно обеспечивает надежное доказательство для определения воздействия на ок-

ружающую среду и выгод от деятельности с отходами, такого типа, но, не ограничиваясь потенциалом глобального потепления. Это приводит ко второй цели (глава 3). В то время как антропогенное глобальное потепление (AGW) не является новым явлением, и это не единственное воздействие на окружающую среду, оно недавно приобрело особое значение на политическом уровне вследствие возрастающей глобальной серьезности этого воздействия. Современные технологические приемы обращения с отходами определенно играют большую роль (имеются в виду выгоды от обращения с отходами), чем сообщалось ранее. В дополнение к смягчению загрязнения (контроль атмосферного воздуха при сжигании отходов в инсинераторах, облицовка полигонов, ...) и выгодам для окружающей среды (утилизация материалов и энергии) от систем комплексного управления отходами, необходимо оценить экологические последствия действительного предотвращения образования отходов, прежде всего, так как количественные характеристики предотвращения образования отходов для окружающей среды плохо воспринимаются. Это обоснование помимо третьей цели исследования (глава 4).

Исследование включает в себя концептуальный подход, моделирование и реализацию теоретических рамок, которые могут стать дальнейшей поддержкой свидетельств проведения политики в области обращения с отходами в Европе. Целью исследования является демонстрация и информирование о том, что отходы при разумном и надлежащем управлении можно использовать в качестве ценного ресурса, замещающего сырьевые материалы и источники тепловой энергии, существенно снижая местное и глобальное воздействие на окружающую среду.

Структура диссертации

В Главе 1 дается концептуальное представление о муниципальных отходах в Европе, включая количественные данные и обращение с ними, а также краткое резюме европейских законодательных рамок. Это составляет необходимые предпосылки для понимания ведущих сил и основы исследования.

В Главе 2 представлены данные сравнения модели LCA с анализом различных типов допущений и их особенностей. Подчеркиваются преимущества системы моделей LCA, в противоположность другим более простым моделям LCA для оценки системы комплексного управления отходами. Обсуждаются также методологические аспекты моделирования LCA отходов.

В Главе 3 проливается свет на отношение между обращением с отходами и изменением климата. Это включает предложенную систему отчетности выбросов ПГ для различных заинтересованных кругов в секторе обращения с отходами, оценки воздействия на окружающую среду выбросов ПГ и экономики, достигаемой в секторе отходов в ряде европейских государств-членов и обсуждаются специфические методологические проблемы.

В Главе 4 включена оценка воздействия на окружающую среду предотвращения образования муниципальных отходов, когда предлагается концептуальная модель. Демонстрируются выгоды для окружающей среды от предотвращения образования отходов, а также небольшие воздействия на окружающую среду, подтверждающие дальнейшие свидетельства важности предотвращения образования отходов в политике по отходам.

Результаты исследования, представленные в диссертации, являются резюме четырех научных статей, приведенных в приложении.

1. ОТХОДЫ В ЕВРОПЕ: ПОСТОЯННО МЕНЯЮЩИЙСЯ ЛАНДШАФТ

Отходы и обращение с ними изменились довольно радикально в Европе с 1975 г. (Начало действия первой Рамочной директивы по отходам, 75/442/ЕЕС). Эта глубокая эволюция европейского ландшафта отходов является основной движущей силой для исследовательской работы, проведенной в этой диссертации. Общее воздействие на окружающую среду от человеческой деятельности значительно расширилось (главным образом вследствие возросшего объема производства экономики и роста населения. Ландшафт обращения с отходами подобно любому виду человеческой деятельности также подвергался масштабной эволюции.

1.1 Рост воздействия на окружающую среду

Абсолютно ясно, что происходит значительный рост воздействия на окружающую среду на мировом уровне. Недавно было продемонстрировано, что три глобальных воздействия на окружающую среду превысили безопасный порог для человечества, а именно потеря биоразнообразия, изменение климата и нарушение кругооборота питательных веществ [18]. В Европе происходило снижение некоторых видов воздействия: снижение выбросов свинца, хлорфторуглеродов и оксидов азота, улучшение очистки городских сточных вод, увеличение площади природных охраняемых территорий и лесов. Одновременно был идентифицирован рост воздействия на окружающую среду: рост выбросов ПГ (несмотря на недавнее и временное снижение вследствие экономического спада), озона в приземном слое, возрастающего использования минеральных удобрений, ускоренного истощения природных ресурсов и снижения биоразнообразия [19, 20].

Что можно сказать о воздействии обращения с отходами на окружающую среду? Улучшается ситуация или ухудшается? Показатели, по-видимому, дают смешанный ответ: возрастающее количество образования отходов, хотя и при сниженных уровнях роста в последние годы, небольшое снижение непосредственных выбросов ПГ (значительное снижение нетто выбросов ПГ [21]), рост утилизации метана, снижение зависимости от полигонов, возрастающее количество упаковки, но выше уровень рециклинга [20].

1.2 Рост количества образующихся отходов

В Европе общее количество отчетных данных об образовании отходов в 2006 г. для стран ЕС-27 составило 2,95 млрд. т, из которых 7% приходится на бытовые отходы [22]. На уровне стран доля бытовых отходов меняется от 1% в Болгарии до 46% в Латвии. В Дании бытовые отходы составляют 14% от общего образования отходов в стране. Это показывает довольно большое разнообразие типов отходов и соответствующих видов обращения с ними. Эта изменчивость зависит от уровня отходов строительства и сноса, промышленных отходов и от-

ходов горного производства в каждом государстве-члене. Для того же самого года (2006) количество муниципальных отходов составило 258 млн. т (215 млн. т бытовых отходов). Муниципальные отходы составляют только небольшую часть общего количества отходов, образующихся в обществе, но они, определенно, проблемные, по сравнению с другими отходами вследствие многого количества источников их образования.

С точки зрения темпов роста, количество муниципальных твердых отходов возрастает. В Европейском Союзе (ЕС-27) наблюдался рост на 15% с 1995 по 2008 г., с уровнем годового роста менее 1% с 2004 г., в противоположность уровню роста в 3% с 1995 по 1999 г. [3]. В странах ОЭСР сообщалось о росте на 18% с 1995 по 2007 г. [4].

1.3 Рост сложности типов отходов

Большая часть новой продукции, которая создается и продается, завершает свою жизнь как отходы и с ними должна иметь дело индустрия отходов. Разнообразие продукции и появляющихся отходов приводит к значительному росту сложности типов отходов. Несколькими общими примерами являются существенное развитие многослойной упаковки и упаковки из различных материалов, возрастающее производство продукции однократного использования, создание новых полимеров и добавок, включая биополимеры (сделанные с помощью живых организмов), недавний рост микротехнологий и наноматериалов и в конечном итоге появление новых электронных отходов. Любопытно, что очень мало специализированных исследований проводится по этим новым материалам для оценки их судьбы в окружающей среде и их воздействия на существующую инфраструктуру обращения с отходами, с точки зрения ответственности за загрязнение окружающей среды. Индустрия отходов должна адаптироваться к этим новым материалам, необходима разработка разнообразных технологий обращения с отходами, так большинство, если не все эти новые потоки отходов смешиваются с муниципальными отходами.

1.4 Увеличение гетерогенности отходов

Состав отходов демонстрируется большими различиями в Европе и на уровне регионов, что главным образом с историческими и культурными различиями в Европе. На рис. 1-1 представлено иллюстративное резюме состава отходов, а дальнейшее их обсуждение проводится в работе Gentil *et al.* (III). Значительное расхождение в составе отходов может быть также связано с недостаточной стандартизацией характеристик отходов. Был предложен ряд методологий характеристик отходов [23, 24, 25, 26], но рекомендации для методологий, связанных с составом, еще не внедрены на европейском уровне, несмотря на усилия по гармонизации данных [27].

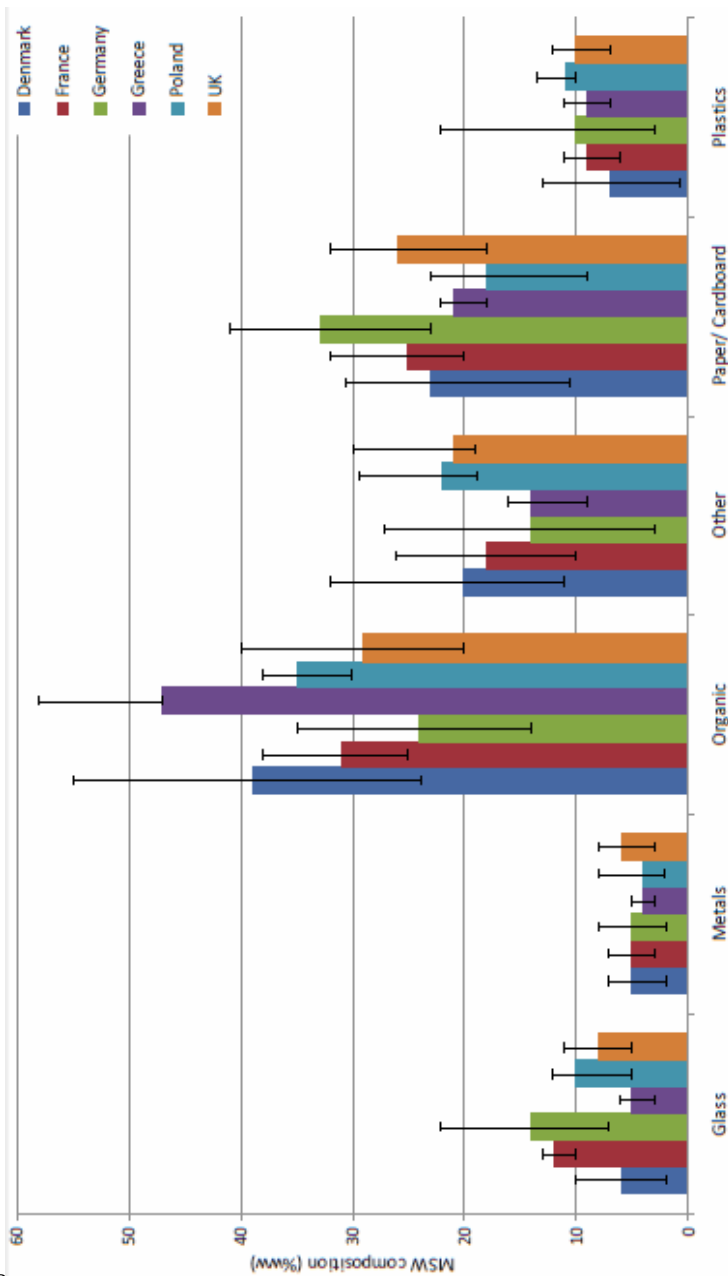


Рисунок 1-1. Переменность состава отходов (Gentil, *et al.*). Цветные прямоугольники представляют состав, использованный в одном из исследований, представленных в диссертации. Величины ошибки представляют переменность состава, обнаруженную в литературе.

Пояснения к рисунку 1-1:
MSW composition (% w.w.) – состав ТБО (% вес.)
Denmark – Дания
France – Франция
Germany – Германия
Greece – Греция
Poland – Польша
UK – Соединенное Королевство
Glass – стекло
Metals – металлы
Organic – органика
Other – прочее
Paper/Cardboard – бумага/картон
Plastics – пластмассы.

Состав отходов, вероятно, является единственным наиболее важным параметром, воздействующим на экологические показатели индустрии обращения с отходами, и поэтому, особое внимание следует уделять надежности данных о составе. Это включает в себя фракционный и химический состав. Вряд ли последний будет значительно изменяться из года в год и от региона к региону, но второй намного более переменный.

1.5 Рост сложности системы обращения с отходами

В Европе деятельность по обращению с отходами развивалась от множества относительно небольших и плохо контролируемых свалок до меньшего количества крупных инженерных полигонов с высокой степенью экологического контроля [28, 8]. Одновременно государства-члены инвестировали в более современную структуру обращения с отходами (рециклинг, биологическая обработка и сжигание), число установок в которой достигло 70189 штук в 2006 г. в странах ЕС-27, согласно выданным лицензиям на обращение с отходами [29]. Вероятно, что эти изменения происходили по разным причинам: европейские нормативные положения, пространственные ограничения, ограничения по производительности существующей инфраструктуры, национальные регламенты, возрастающее воздействие на окружающую среду, NIMBY (позиция недопущения какой-либо деятельности на своей территории) и потенциально уровень осведомленности в отношении проблемы отходов. Примечательно, но не удивительно, что эта возрастающая сложность происходит с различной скоростью в Европе, свидетельством чему является доля различных объектов для обращения с отходами [29].

В дополнение к сложности европейского ландшафта обращения с отходами, сообщается о росте трансграничного перемещения отходов. Уровень этого перемещения возрос с 2,5 млн. т в 1997 г. до 8,3 млн. т в 2003 г. внутри границ стран [30, 31]. Это вызывает множество вопросов в отношении оценки экологических показателей технологий обращения с отходами в принимающих отходы странах, которые находятся за пределами ЕС. Это обычно называется “перекладывание бремени” (перераспределение воздействий на окружающую среду). Возрастающее перемещение отходов за пределами ЕС оказывает воздействие также и на перерабатывающие мощности в Европе.

В условиях такого сложного и контрастного ландшафта обращения с отходами понимание экологических последствий обращения с отходами становится основным вызовом. Улучшение экологических показателей существующей инфраструктуры систем обращения с отходами, вероятно, еще более серьезная проблема.

1.6 Улучшение нормативной базы обращения с отходами

При росте воздействия на окружающую среду и сложности соответствующих проблем с отходами возрастают требования и к нормативной базе. В настоящее время находится в действии около 60 законодательных актов (регламентов, директив и решений), относящихся к отходами, которые, вероятно, действуют как мощная движущая сила для диверсификации ландшафта обращения с отходами в ЕС. В область действия настоящей работы не входила всесторонняя проверка правовых инструментов. Однако ключевые нормативные процедуры представлены для понимания в контексте данной работы.

1.6.1 Тематические стратегии

Две всеобъемлющие стратегии, а именно Тематическая стратегия по предотвращению образования и рециклингу отходов [32] и Тематическая стратегия по устойчивому использованию природных ресурсов [33] были предложены для определения будущего ландшафта обращения с отходами, с нормативной точки зрения. Основопологающей целью Тематической стратегии по предотвращению образования и рециклингу отходов является оказание помощи Европе в том, чтобы стать “обществом рециклинга” за счет возрастающих действий по предотвращению образования отходов и трансформации отходов в ресурсы, полезные для общества. Основной целью Тематической стратегии по устойчивому использованию природных ресурсов является снижение воздействий на окружающую среду от использования ресурсов. Эти две взаимосвязанные европейские стратегии оказали глубокое влияние на развитие нормативной базы, относящейся к отходам в Европе, так как они являются движущими силами помимо упрощения и модернизации существующего законодательства по отходами.

Стоит отметить, что эти стратегии ввели представление о жизненном цикле в политику по отходам. Этот подход, который состоит из оценки и сравнения воздействий на окружающую среду и выгод от услуг или продукта на протяжении его жизненного цикла, широко используется в представленном описании материала диссертации.

1.6.2 Пересмотренная рамочная директива по отходам

Если придерживаться введения в действие Тематических стратегий, то основное развитие имело место после публикации пересмотренной рамочной директивы по отходам (Директива 2008/98/ЕС [34]). Ниже представлены ключевые аспекты, важные для сути этой диссертации:

От иерархии отходов к представлению о жизненном цикле. Одним из ключевых аспектов Европейской рамочной директивы по отходам является реализация принципа иерархии обращения с отходами как всеобъемлющего приоритетного принципа. Однако включено положение об отходе от иерархии, если можно продемонстрировать, что другие варианты обращения с отходами являются более благоприятными, чем это предписано в иерархии.

Предотвращение образования отходов. Одним из приоритетов директивы и самым высшим приоритетом иерархии отходов является концентрация внимания и практическое применение предотвращения образования отходов с требованием к Европейской Комиссии подготовить рекоменда-

ции и примеры наилучшей практики, а для государств-членов – передать программы предотвращения образования отходов.

Установление целей по повторному использованию, рециклингу и утилизации отходов. Директива предписывает цели для дальнейшего продвижения к “обществу рециклинга”. К 2020 г., по крайней мере, 50% (по весу) бумаги, металлов, пластмасс и стекла из потоков бытовых отходов должны повторно использоваться или подвергаться рециклингу (для отходов строительства и сноса целью является 70%).

Прояснение определения отходов. Включено определение побочных продуктов, которые можно исключить из области действия директивы, если выполняются определенные экологические критерии и критерии, связанные со здоровьем человека, а также другие условия. Был также определен критерий прекращения состояния отходов, что предоставляет возможность возвращения материалов в экономический цикл как “продукт, не являющийся отходом”, которые не подвергаются нормативам обращения с отходами.

Критерий утилизации энергии. Директива предписывает минимальный уровень энергоэффективности ($\geq 65\%$) для установок преобразования отходов в энергию, который можно рассматривать как деятельность по утилизации энергии¹.

При возрастающей сложности ландшафта отходов требуются все более сложные компьютерные модели для понимания последствий управления новыми отходами с новыми технологиями. Понятие о жизненном цикле и LCA появилось как обоснованное понятие для оценки относительных экологических последствий деятельности по обращению с отходами. Ту же самую методологию можно также расширить до оценки стоимости жизненного цикла проекта [35, 36] и совсем недавно до социального LCA [37, 38]. В литературе анализируются и другие инструменты оценки воздействия на окружающую среду [39-41]. Здесь внимание концентрируется на экологической оценке деятельности обращения с отходами. LCA применяется к системам обращения с отходами, или это обычно называется “анализ жизненного цикла отходов”, и это понятие широко используется в литературе [16, 17]. За последние годы было разработано много моделей, которые стали темой новых публикаций, а иногда эти модели включаются в нормативную систему в Европе [32, 33] и в Соединенном Королевстве [42]. На этой стадии представляется важным изучить более внимательно выбор имеющихся специфических инструментов обращения с отходами, для того чтобы получить лучшее представление о технических допущениях, принятых в этих моделях.

2. МОДЕЛИ LCA ОТХОДОВ

Для того чтобы справиться с возрастающей сложностью ландшафта обращения с отходами, был разработан ряд моделей LCA отходов, часто независимо друг от друга в различных странах и в различные моменты времени.

¹ Здесь автор диссертации дал анализ ключевых нововведений в Рамочной директиве по отходам. Удивительно, но в российской литературе эта Директива предана забвению. Вероятно, Россия, ведомая МПР и экологии, пойдет неким неведомым путем “туда, не знаю куда”. Дор тех пор, пока не будут четко изложены принципы обоснованного обращения с отходами, которые убедительно изложены в этой Рамочной директиве, никакой путь вперед невозможен, а возможны только дикие маневры: предложения о строительстве мусоросжигательного завода производительностью 1 млн. т в год и о широком использовании железнодорожного транспорта для перевозки отходов на некие технопарки, где из этих отходов будут делать самые современные изделия по самым современным технологиям. Емеля-дурачок отдыхает!

Был проведен обзор моделей LCA отходов (Gentil *et al.*). Этот обзор включает оценку следующих моделей в алфавитном порядке: EASEWASTE, EPIC/CSR, IWM2, LCA-IWM, MSW-DST, ORWARE, SSWMSS, WISARD и WRATE. Инструменты LCA отходов разрабатывались на протяжении ряда лет, и, поэтому, более поздние модели извлекали пользу из уроков, полученных из более ранних моделей. Это верно как с точки зрения количества обоснованных наборов данных, полноты этих наборов данных, так и их качества.

Исследование было дополнено организацией семинара с разработчиками из Дании (EASEWASTE), Франции (WISARD), Японии (SSWMSS), Швеции (ORWARE), Соединенного Королевства (WRATE) и США (MSW-DST). Эта встреча дала очень ценное представление в отношении допущений при моделировании, использованных при разработке каждой модели. В этом разделе обсуждаются некоторые данные.

В последующем анализе [43] показаны области различий между моделями, которые могут оказывать значительное влияние на результаты. Основной темой этой главы является усвоение уроков из этой исчерпывающей исследовательской работы и предложение основы для технических требований и допущений, необходимых для разработки будущих моделей LCA отходов.

Эта глава разделена на два основных аспекта. Они включают в себя обсуждение общих методологических аспектов моделей LCA отходов и описание технических допущений, использованных для разработки этих моделей. Представлены также предложения для планирования будущей модели LCA отходов.

2.1. Методологические аспекты моделей LCA отходов

Одним из наблюдений, сделанным при сравнении моделей, было то, что инструменты имеют различный подход в отношении общих вопросов, а именно допущений, относящихся к временному горизонту (краткому или долговременному), энергетической системе (маргинальной или средней), учету углерода и граница системы.

2.1.1 Временной горизонт

Хорошо известно и широко обсуждается, что выбор временного горизонта оказывает глубокое влияние на результаты и различные последствия на различные категории воздействия.

Проблема временного горизонта, главным образом для полигонного депонирования и захоронения отходов, подвергнутых биологической обработке, обсуждалась в течение многих лет, и не было достигнуто согласия, поскольку оба подхода (произвольно привязанный ко временному промежутку в 100 лет или к бесконечным временным рамкам) являются состоятельными в научном плане. Со строго теоретической точки зрения методологии LCA, все выбросы из техносферы в окружающую среду должны быть учтены, независимо от временных рамок их выделения [44, 45]. Контраргумент состоит в том, что неопределенность долговременного выщелачивания слишком высокая вследствие невозможности измерения сброса фильтрата в течение периода наблюдения 100 лет с надежной достоверностью, с предоставлением указания на потенциальное загрязнение, которое остается на полигоне в течение неограниченного времени [46]. Потенциальное дол-

длительное загрязнение рассматривается с введением понятия аккумулярованной экотоксичности [44]. Авторы работы [44] утверждают также, что общие выбросы с полигона будут характеризоваться чрезмерной необъективностью по сравнению с другими технологиями обращения с отходами, так как разбавление с течением времени не должно учитываться, если принять, что весь фильтрат выделяется немедленно.

Стоит отметить, что недавнее вероятностное моделирование продемонстрировало значительный сброс фильтрата в поверхностные воды (переполнение полигона) и через основание полигона (вследствие плохо выполненной облицовки полигона) в промежутке от 600 до 1200 лет после закрытия полигона для бытовых опасных отходов [47]. Подобным образом были смоделированы долговременные выбросы, но с экспериментами с фильтратом [48], когда авторы пришли к выводу, что только 1% тяжелых металлов выделяется в первые 100 лет после закрытия для моделирования на 10000 лет.

Общая суть сообщения состоит в том, что модель LCA должна учитывать долговременные выбросы (за пределами 100 лет), независимо от того, выбираются ли потенциальные сбросы фильтрата по методу накопленной токсичности (оцененный состав фильтрата и количество в первые 100 лет минус элементный состав поступающих на депонирование отходов), или с оценкой с помощью моделирования оценки риска. Самым осторожным подходом (с экологической точки зрения) должно быть использование накопленной токсичности, так как предполагается, что все химические элементы в теле полигона не выделяются в первые 100 лет после закрытия, а будут потенциально сбрасываться в окружающую среду в некоторый момент в будущем. Интерпретация результатов для принятия решения, тем не менее, трудная, поскольку она зависит от того, будут ли долговременные выбросы происходить равномерно или нет, по сравнению с моментальными выбросами, и будет ли разбавление во времени уподоблено мгновенному сбросу. Предполагается, что долговременные выбросы с полигона следует оценивать с помощью сценария для оказания помощи в процессе принятия решения. Автор работы [45] считает, что если использовать сниженную скорость, то ее следует приравнять нулю, и это означает, что будущие выбросы будут иметь тот же самый вес, что и нынешние выбросы, и, поэтому, они должны быть учтены в LCA.

Когда выбор временного горизонта определяется заранее в инструменте, у разных моделей с различными допущениями о временном горизонте будут иметься значительные различия, независимо от любых других параметров, как было выявлено при сравнении моделей. Поэтому предлагается обеспечить, чтобы модель LCA отходов позволяла пользователю включать ряд временных горизонтов и представлять результаты моделирования с кратко- и долговременной шкалой времени. Проблема состоит в том, что выбор временного горизонта переходит от разработчика к пользователям, и это, вероятно, затруднит принятие решения. Вопрос в том, будут ли долговременные выбросы приемлемыми с точки зрения риска для окружающей среды, который общество готово принять, а при рассмотрении долговременных выбросов надо определить приемлемый временной горизонт.

2.1.2 Энергетическая система

Широко признается, что энергетическая система оказывает сильное влияние на результаты LCA отходов [49]. Во многих исследованиях шло обсуждение, за или против использования убыточной электроэнергии при

моделировании LCA отходов. Большая часть практикующих специалистов в области LCA будет утверждать, что выбор структуры энергетики (убыточной или средней) будет зависеть от масштаба исследования и от того, будет ли сообщаться в исследовании или при учете примера (с использованием усредненной структуры) или на основе сравнения между двумя системами (последовательно с использованием убыточной структуры). Если областью действия исследования являются экологические последствия обращения с дополнительной тонной отходов, по сравнению с существующей ситуацией, тогда есть смысл использования убыточной структуры энергетики, так как эта система энергетики будет находиться, прежде всего, воздействием незначительного изменения в системе обращения с отходами. Если, однако, областью действия исследования являются экологические последствия обращения с отходами для региона или страны, тогда можно утверждать, что средняя энергетическая структура (или убыточная структура, близкая к средней структуре) должна использоваться как значительное изменение, если имеется вероятность того, что обращение с отходами будет воздействовать на всю энергетическую систему исследуемой страны. Основной проблемой является оценка маргинальной структуры [50].

Автор работы [43] правильно утверждает, что если в наличии нет предельных показателей, тогда использование данных для усредненной структуры энергетики лучше, чем отсутствие информации, вообще [43]. Далее можно утверждать, что если предельные показатели точно не известны (предельные показатели изменяются из года в год и от страны к стране, частично вследствие политических решений и модернизации технологий [50]), разработчик модели должен использовать сценарий с крайним пределом вероятных предельных показателей. Например, если известно, что убыточная энергетическая система будет характеризоваться доминированием угля, то обоснованный подход может включать в себя сценарий со 100% угля, таким же образом как в случае маргинального предположения о доминировании природного газа (Gentil *et al.*, III).

Интересно, что поскольку европейская и мировая политика медленно уходит от использования угля в структуре энергетики, то маргинальные источники энергии, вероятно, из года в год будут иметь меньше угля [51]. Кроме того, имеется различие между кратковременным маргинальным значением (изменение, которое оказывает воздействие на использование энергетических мощностей) и долговременным маргинальным значением (изменение, которое оказывает воздействие на использование энергетических мощностей и энергетическую инфраструктуру) [52]. Это особенно важно для моделирования LCA отходов, когда планируется определенный выбор инфраструктуры, длительность от 30 до 50 лет. Например, имеется вероятность того, что установки для преобразования отходов в энергию (как и для всех других технологий обращения с отходами) будут менее выгодны с экологической точки зрения в будущем в случае длительного периода времени, по сравнению с нынешним периодом, если предполагать, что энергетическая система станет менее углеродоемкой. Дальнейшие аспекты этой проблемы, хотя и не связанные непосредственно с LCA отходов, обсуждаются в работе [53].

В большей части исследований по обращению с отходами обычно рекомендуется использование маргинальных источников энергии. Важной поддержкой для сообщества LCA и в конечном итоге для лиц, принимающих решения, должно стать определение из года в год маргинальной структуры энергетики (тепловой и электроэнергии) до 2050 г., осуществляемое разработчиками модели, анализирующими энергетическую систему, под-

твержденную национальными органами власти и регулярно проверяемую со статистическим весом, определенным для признания высокого уровня неопределенности в будущем. В среднесрочной перспективе разработчики модели LCA должны опираться на использование сценариев с различными вероятными источниками маргинальной энергии.

Модель LCA отходов должна включать в себя возможность для пользователя принять решение о том, какое допущение об энергетической системе должно быть включено в исследование, и будет ли выбранная энергетическая система использоваться на протяжении всего исследования или для определенных технологий в этом исследовании (имеются случаи, когда некоторые технологии обращения с отходами взаимодействуют с определенной внешней энергетической системой, например, для технологий рециклинга).

2.1.3 Состав отходов

В проверенных моделях LCA отходов состав отходов обычно определялся с помощью трех уровней состава: фракции первичных отходов (бумага, древесина, пластмассы, ...), фракции вторичных отходов (газеты, журналы, ...) и элементный состав (физические и химические свойства отходов, такие как низшая теплотворная способность или содержание ртути во фракциях отходов). Неудивительно, что каждая группа разработчиков моделей подготовила свои собственные данные по составу, на основе имеющихся знаний во время разработки модели (Gentil *et al.*, I). Весьма важным является подробное знание о составе отходов, в особенности о специфических выбросах, связанных с отходами (массовый баланс между элементным составом поступающих отходов и выбросами от деятельности по обращению с отходами), когда допущения о любом уровне состава отходов будут оказывать непосредственное воздействие на результаты. Это, вероятно, один из параметров, который позволяет сделать различие между отходами (системой), программным обеспечением LCA (переменный состав поступающих отходов динамически отражается в результатах) и продуктом программного обеспечения LCA (предварительно определенный состав отходов дает общий статистический учет выбросов).

В то время как фракции первичных и вторичных отходов зависят от проводимого исследования (информация, поступающая пользователю), маловероятно, что пользователь будет ожидать исходную информацию в отношении элементного состава, хотя это должно быть возможно, если у пользователя имеются конкретные данные. В модели LCA отходов проводится сравнение некоторых методологических и общих проблем, описанных ранее. Этот пример также является важным в идентификации ряда технических допущений, которые будут иметь различные последствия на результаты и сопоставимость с другими моделями.

2.2 Технические допущения моделей LCA отходов

Gentil *et al.* (I) выделяет информацию в отношении различных технических допущений, которая является важной для результатов моделирования. В основном, технические допущения о моделях LCA обращения с отходами можно кратко сформулировать с помощью довольно упрощенной диаграммы (рис. 2-1), которая может быть наглядной не только для практических специалистов в области LCA отходов, но и полезной для других потенциальных потребителей.

На рис. 2-1 указано, что выбор входных параметров (вспомогательных продуктов, строительства, обслуживания, результатов других процессов ...) будет оказывать большое влияние на результаты. Подобным образом, тип технологии (мусоросжигательные устройства с движущимися колосниковыми решетками или с кипящим слоем), который включает в себя технические допущения (коэффициент теплопередачи), специфические для выбранной технологии, должен быть определяющим фактором для результатов. Охват и глубина инвентаризационного анализа жизненного цикла (LCI), который определяет технологию, непосредственно связаны с охватом и глубиной рассчитанных LCI. Этот аспект не всегда бывает очевидным в моделях LCA отходов. В конечном итоге, решение о том, какие выходные данные являются важными для исследования, также будет оказывать воздействие на результаты.

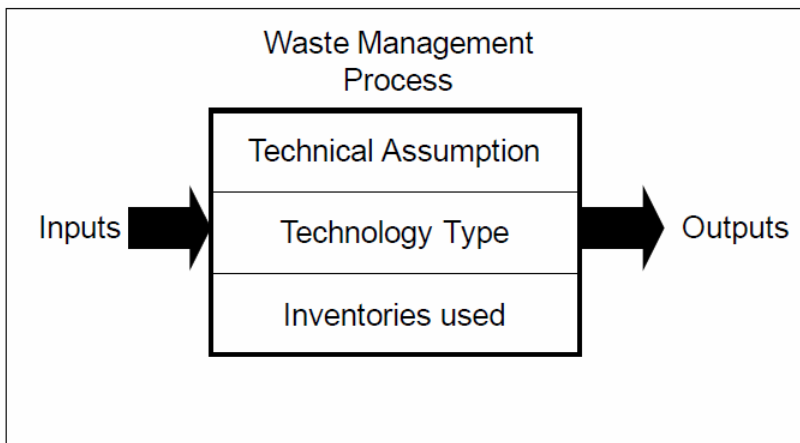


Рисунок 2-1. Обычная технология обращения с отходами в LCA отходов (Gentil *et al.*, 1)

Пояснения к рисунку:

Inputs – вход

Waste Management Process – процесс обращения с отходами

Technical Assumption – техническое допущение

Technology Type – тип технологии

Inventories used – используемые методы учета

Outputs – выход.

Для того чтобы можно было ожидать тот же самый диапазон результатов при сравнении различных моделей LCA отходов, все параметры, которые иллюстрируются на рис. 2-1, должны быть поняты и сопоставимы. Различные модели с различными результатами необязательно означают, что одна модель является правильной, а другая неправильной. Это может просто означать, что параметры, установленные для определения системы (и каждой технологии, лежащей в ее основе), являются разными для разных моделей. Это становится особенно ясным при подготовке к проведению семинаров с разработчиками.

2.2.1 Входные параметры

Входные параметры, иные, чем поступающие отходы, включают в себя вспомогательные материалы (вода, известь, активированный уголь, топочный мазут ...), используются в процессе, для того чтобы перерабатывать отходы, при минимизации выбросов. В идеальном случае модели LCA отходы должны рассчитывать количество и тип вспомогательных отходов на основе конкретных отходов и конкретной информации о процессе. Другие входные параметры для технологий обращения с отходами включают в себя также строительство (энергию и строительные материалы), обслуживание (запасные части, фильтры, машинное оборудование) и вывод из эксплуатации (энергопотребление и использование оборудования для вывода из эксплуатации). При жестком сокращении выбросов от мусоросжигательных устройств воздействия на окружающую среду от этих устройств (строительство, обслуживание и вывод из эксплуатации) становятся относительно более важными, и, поэтому, вероятно, должны быть включены в оценку.

2.2.2 Технические допущения для технологий обращения с отходами

Основные технологии обращения с отходами были подробно обсуждены в работе Gentil *et al.* (I). Они включают в себя:

- Сбор и транспортирование;
- Промежуточные объекты;
- Рециклинг материалов;
- Термическая обработка;
- Биологическая обработка;
- Полигоны.

2.2.2.1 Сбор и транспортирование

Было идентифицировано два семейства моделей: механистические и детерминистские. Механистические модели обычно определяются с помощью большого количества входных параметров, определяемых потребителем, используемых для расчета общего расстояния и потребления топлива транспортными средствами в системе обращения с отходами. В детерминистских моделях используют только общее расстояние и потребление топлива, определяемое потребителем. Фактически промежуточный результат механистических моделей можно использовать в качестве входных параметров для упрощенных моделей.

Три ключевых параметра являются важными в сборе и транспортировании: тип топлива, потребление и выбросы. Очевидно, что потребление и выбросы зависят от многих вторичных параметров: типы автомобильных дорог, поведение при езде, уровень урбанизации. Для поддержания моделирования LCA отходов на относительно простом уровне, рекомендуется, чтобы расчеты для сбора и транспортирования выполнялись в виде отдельного модуля, когда результаты этой модели использовались как вход для модели LCA отходов. Альтернативой является использование данных по умолчанию из модели LCA отходов. Хорошим подходом является использование стандартов на выбросы транспортных средств (в Европе ЕВРО1-6) и интеграция их с моделью LCA отходов. В то время как веса сбора и транспортирования относительно малые при исследовании всей системы обращения с отходами [54], могут оказаться более важными системы сбора с

разделением отходов в источнике образования, разрабатываемые дополнительно, или когда речь идет об экологической оптимизации сбора и транспортирования.

2.2.2.2 Промежуточные объекты

Промежуточные объекты (мусороперегрузочные станции, объекты для утилизации материалов и банки рециклинга) относятся к относительно простым процессам, которые отличаются относительно небольшими непосредственными выбросами. Экологические показатели таких объектов зависят главным образом от потребления энергии (для различного используемого машинного оборудования), количества и потребления брака (объекты с наибольшими уровнями брака имеют более высокие показатели). Пропорционально они отличаются более высокими капитальными затратами природоохранного характера (строительство) на тонну перерабатываемого материала, чем другие объекты обращения с отходами.

2.2.2.3 Технологии рециклинга

Моделирование технологий рециклинга осуществляется относительно простым способом в моделях LCA отходов. Вероятно, по этой причине наблюдалось очень малое различие между различными проверенными моделями [43]. Одним из ключевых вызовов этой технологической группы является определение границ системы (*т.е.* что составляет часть системы обращения с отходами, что составляет часть промышленной системы). При моделировании LCA отходов рассчитывается воздействие деятельности в области рециклинга на окружающую среду. Это обычно включает в себя выбросы от используемого машинного оборудования, комбинированных перевозок и брака, которые являются различными между различными материалами, подвергаемыми рециклингу. На основе количества утилизируемых материалов в процессе рециклинга затем вычитается количество выбросов производства с использованием первичных сырьевых материалов (заменяется). Очевидно, должен применяться коэффициент замещения <1 для учета потерь количества (брак) и потерь качества (укороченные волокна целлюлозы при рециклинге бумаги) в системе поставки рециклинга. Вероятно, коэффициент замещения является самым важным и самым трудным параметром для определения технологий рециклинга. По этой причине это отношение должно иметься в наличии как данные по умолчанию и должны редактироваться практическими специалистами в области LCA отходов. Помимо этого, выбор отношения должен предпочтительно быть обоснованным, так как он может стать определяющим для результатов. В этой связи рекомендуется проводить анализ чувствительности с диапазоном коэффициентов замещения.

Моделирование рециклинга с точки зрения последующей перспективы, является намного более сложным для выполнения. Оно требует значительной работы для идентификации маргинальной технологии, которая должна быть замещена, когда в системе обращения с отходами появляется дополнительная тонна рециклинга. Выбор замещающей технологии, как было показано, оказывает большое влияние на результаты LCA [55]. Для идентификации маргинальной технологии требуется оценка гибкости рынка, с использованием анализа входных и выходных данных, которые изменяются ежедневно, и когда рынок по своей природе является глобальным [56].

Вот почему ни одна модель в нынешнем обзоре не включает в себя маргинальные технологии рециклинга, хотя это можно легко выполнить с помощью новых исследований или обойти с использованием сценарного сравнения. Как только маргинальная технология (или более точно набор маргинальных технологий) идентифицирована, остаются дополнительные вызовы: идентификация отношения рециклинга к первичному сырьевому материалу, используемого в замещающем производственном процессе (более высокое отношение указывает на снижение выгод для рециклинга, приписываемых системе обращения с отходами) и экологических показателей маргинальной технологии (замещающей технологии, реализуемой в стране с высокой долей углерода в структуре энергетики, которая должна иметь повышенное воздействие на окружающую среду, повышенные выгоды, приписываемые системе обращения с отходами, если имеется гарантия того, что материал действительно подвергается рециклингу в ликвидную продукцию).

Заключительная проблема связана с тем, будет ли утилизируемый материал подвергаться рециклингу в замкнутой системе, в открытой системе или в системе переработки с получением продукции низшего качества по сравнению с исходной продукцией. От том, как эти аспекты учитывать в будущих моделях LCA отходов, идет широкое обсуждение, но практической реализации пока нет.

2.2.2.4 Биологическая обработка

Эта технологическая группа включает в себя аэробное компостирование, анаэробное сбраживание и механико-биологическую обработку (сочетание обеих технологий с различными уровнями разделения). Моделирование LCA применительно к биологической обработке состоит обычно из двух модулей: технологии биологической обработки и модуля использования на почве, поскольку экологические показатели биологической обработки по определению связаны с характеристикой этих продуктов (компоста, остатка от аэробного сбраживания). Экологические показатели этих продуктов находятся также под воздействием типа внесения в почву. Были отмечены различные технические допущения между различными моделями, в особенности в отношении границ системы и уровня подробностей в отношении использования на земле материалов, подвергнутых биологической обработке [57, 58]. В некоторых моделях рассчитывается состав материала, подвергнутого биологической обработке, на основе состава поступающих отходов, в других используется состав обычного компоста. Для того чтобы определить потенциальные выгоды материалов, подвергнутых биологической обработке (замещение неорганических удобрений), рекомендуется включать специфические параметры отходов, такие как C, N, P и K в их составе. Содержание тяжелых металлов в продукте, подвергнутом биологической обработке, также будет зависеть от типа отходов. Очень важным является также коэффициент массопередачи матрицы, в которой распределены различные результаты процесса биологической обработки для различных систем окружающей среды и продукты, подвергнутые биологической переработки, для того чтобы обеспечить баланс масс между входом и выходом.

Имеется ряд важных параметров для рассмотрения в моделировании LCA биологической обработки:

- Газообразные выбросы (NH_3 , N_2O , CH_4);
- Эффективность удаления/ослабления матрицы (для очистки от газообразных выбросов и сброса фильтрата);

- Утилизация метана;
- Связывание углерода в материале, подвергнутом биологической обработке, после применения на земле;
- Выбор замещаемых материалов (неорганические удобрения, торф, солома, ...);
- Уровень брака на установке для обработки.

2.2.2.5 Термическая обработка

Виды термической обработки (сжигание, газификация, пиролиз и автоклавирование) являются достаточно сложными технологиями, которые включают в себя много параметров на входе, выходе, эксплуатационных параметров, которые все взаимосвязаны. Уровень сложности, используемый в моделях, различный для различных типов технологий и для различных типов моделей LCA отходов (Gentil *et al.*, I). На основе процесса проверки модели и имеющихся литературных данных выбросы от установок для термической переработки обычно бывают основаны на выбросах для определенных отходов (выбросы зависят от количества обрабатываемых отходов и имеющейся системы газоочистки). Для обеспечения строгого элементного массового баланса между поступающими отходами и выбросами и надлежащего пропорционального распределения выбросов по различным подсистемам окружающей среды важно определить матрицу коэффициентов массопередачи [59]. Определение параметров термической переработки, используемых в LCA отходов, достаточно хорошо известно и легко воспроизводимо [60, 61]. Научные и технические обсуждения относятся к определению и согласованию соответствующих коэффициентов массопередачи, о которых известно, что они находятся под воздействием состава отходов и типа применяемой технологии.

В этом отношении EASEWASTE, основой которого являются работы [61] и [59], дает полный, научно обоснованный и легко редактируемый пользователем набор данных для термической переработки (пользователь с более конкретными данными может использовать своими собственными коэффициентами массопереноса). Дополнительные параметры/информация, важная для будущих моделей LCA отходов, может включать в себя: данные о низшей теплотворной способности отходов перед обработкой, рассчитанные вспомогательные материалы на основе состава отходов, данные о вырабатываемой энергии в ГДж/т отходов (тепловой, электрической), предельные значения для пользователя о некоторых загрязнителях (выбросы, достигающие предельных значений, могут стать причиной появления новой важной информации).

2.2.2.6 Полигон

Полигон, вероятно, является наиболее широко исследованной технологией обращения с отходами, так как это самая старая и, возможно, меньше всего контролируемая технология. Временной горизонт обсуждался ранее (раздел 2.1.1) и рассматривается как единственный самый важный параметр, оказывающий воздействие на результаты (Gentil *et al.*, I). Характерными параметрами процесса, оказывающими воздействие на экологические показатели, являются:

- Эффективность сбора газа (усредняется в течение предварительно определенного временного горизонта, обычно 100 лет);

- Утилизация биогаза (% используемого биогаза для утилизации энергии, % сжигаемого биогаза на свече);
- Окисление метана в верхнем слое;
- Эффективность удаления фильтрата на очистных сооружениях и управления осадками.

Очевидно, что экологические показатели полигонов зависят также от многих других параметров, характерных для участка, таких как конфигурация полигона, система облицовки и проникновение дождевой воды.

Определение всех технологических групп, описанных выше, требует значительных усилий вследствие сложности технологий, что связано с динамическим характером этих технологий и множеством проблем на входе и выходе, которые характерны для большинства технологий обращения с отходами. К счастью, значительное количество предварительно определенных технологий имеет базы данных для большинства моделей LCA отходов с различной степенью сложности. Базы данных для технологий (динамически изменяющиеся данные) не должны вступать в противоречие с базами данных инвентаризационного анализа жизненного цикла (LCI) (фоновые или завершенные процессы). Базы данных по технологиям включают в себя параметры, которые определяют промышленные процессы, базы данных LCI являются экологическими результатами процесса.

Разработчики WRATE запроектовали и создали то, что, вероятно, является самой исчерпывающей базой данных, имеющихся в настоящее время для технологий обращения с отходами. Однако база данных является собственностью разработчиков (доходы используются для дальнейшей разработки инструментов и расширения базы данных технологий) и она в наибольшей степени адаптирована к ситуации в Соединенном Королевстве. Напротив, EASEWASTE, датская модель, включает в себя меньше технологий обращения с отходами в своей базе данных, но все ее технологии были тщательно исследованы с измерениями, калибровкой данных, часто при поддержке промышленности и в конечном итоге опубликованы в рецензируемой литературе.

2.2.3 Полнота LCI

Все LCI, использованные из внешней базы данных или рассчитанные с помощью моделей, включают в себя переменное количество выбросов, которые можно использовать в той же самой модели (различные источники данных, наличие данных). Это характерное ограничение LCI, когда процессы с большим количеством выбросов могут потенциально иметь более высокие воздействия, просто вследствие того, что включено количество выбросов. Некоторые обращаются к этой проблеме с использованием самого малого количества отслеженных выбросов для всех различных технологий: информация теряется, но различные технологии представлены более объективно (модель MSW-DST). Другие используют полные наборы данных на основе этих более полных данных, представляющих более реалистично моделируемые процессы, несмотря на несоответствия между процессами. Нынешняя практика должна указывать, что предпочтительнее иметь как можно больше данных.

Логическим развитием для будущего улучшения, повышения научной достоверности и лучшей прозрачности могут быть идентификаторы выбросов, не сообщаемые однообразно для всех моделируемых процессов (и индивидуальных LCI в том же самом анализе), которые дают возможность пользователю оценить важность потерянных данных. Так как количество

выбросов, сообщаемых в LCI, не характеризуется с помощью любых нынешних методологий оценки воздействия жизненного цикла, они могут быть также полезными для прояснения данных LCI, которые не были охарактеризованы. Это, вероятно, становится важной характеристикой как моделей LCA, так и баз данных LCI.

2.3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ LCA ОТХОДОВ

2.3.1 Стандартизованный состав отходов

Важность состава отходов была подчеркнута ранее (2.1.3). Одна из проблем с моделями LCA отходов связана с отсутствием стандартизации в определении отходов, что делает сравнения с использованием различных моделей довольно затруднительными, как показано в работе (Gentil *et al.*, I). Будущие LCA отходов должны включать в себя:

- стандартную кодификацию типов отходов (Европейский перечень отходов является хорошим примером [62]);
- матрица состава отходов (фракции первичных, вторичных отходов и элементный состав) с использованием анализа характеристик отходов;
- матрица сопоставимости (например, США/ЕС).

На основе опыта из сравнений моделей, литературы по характеристикам отходов [63] и различных обсуждений в табл. 2-1 предложен ряд параметров состава, которые считаются важными для развития моделирования LCA отходов.

Таблица 2-1.

Потенциальные параметры состава отходов для моделей LCA отходов

Тип параметра	Наименование параметра
Химические параметры	Al, As, Br, C, Ca, Cd, Cl, Cr, Cu, F, Fe, H, Hg, K, Mg, Mn, Mo, N, Ni, O, P, Pb, S, Sb, Sn, Ti, Zn
Физические параметры	Общее содержание взвешенных твердых частиц (TS), содержание летучих твердых веществ (VS), влагосодержание, низшая теплотворная способность
Углеродные параметры	Общее содержание углерода, биогенный углерод (C_{bio}), ископаемый углерод (C_{foss}), C_{bio}/C_{foss} , разлагаемый углерод, метановый потенциал, золосодержание
Отходы электротехнического и электронного оборудования	Ag, Au, Pd, Pt (драгоценные металлы) Be, In (факторы высокого абиотического источника)
Опасные бытовые отходы	Краска (As), растворители (толуол), пестициды (пиретроид), чистящие средства (моющие средства, поверхностно-активные вещества)
Стойкие органические загрязнители	Бисфенол А, полихлорбифенилы

Представляется важной разработка существующей базы данных по составу для включения элементного состава отходов электротехнического и электронного оборудования (WEEE), которые находятся в остаточных от-

ходах и собираются раздельно, хотя необходима значительная работа по определению характеристик. Очевидно, что это чрезвычайно утомительная работа, но ее можно начать с драгоценных металлов (золото, серебро и палладий), самых токсичных элементов (ртуть, олово) и с наивысшим потенциалом абиотического истощения (бериллий, индий). Должна быть также сделана обычная характеристика бытовых опасных отходов (красок, растворителей, пестицидов, чистящих средств). Намного труднее определить характеристики стойких органических загрязнителей (СОЗ), таких как бисфенол А и полихлорбифенилы, вследствие их очень низкой концентрации в муниципальных отходах, в основном неизвестных отходах, способов обращения с ними и изменения химических свойств в течение переработки отходов. Однако уровни СОЗ в отходах стали предметом новых европейских нормативных документов (Регламент Комиссии 756/2010/EU² [64] и 757/2010/EU³ [65]), которые должны стать движущей силой для выполнения в моделях LCA отходов.

Ожидается, что современные модели LCA отходов будут структурированы для приспособления к новому составу отходов, несмотря на нынешний дефицит данных.

2.3.2 Энергетические системы в будущих моделях LCA отходов

Исходя из предыдущего обсуждения в разделе 2.1.2, энергетическое моделирование играет важную роль в моделировании LCA отходов, и, поэтому, энергетические допущения должны быть представлены очень ясно для потребителей, которые не являются специалистами в энергетическом моделировании. Некоторые предложения для улучшения существующих моделей включают в себя:

- определение энергетической системы для всего исследования или для определенных технологий;
- выбор между маргинальными и средними источниками энергии;
- выбор между кратковременными и долгосрочными маргинальными значениями;
- оценку неопределенности выбранной энергетической системы;
- процентную долю энергетических источников, использованных в модельной технологии;
- выбор потерь в трансмиссии (% или высокие, средние, низкие)
- выбор эффективности производства энергии (электрической и тепловой);
- проведение LCI новых источников энергии (ветряных, из биомассы, гидроэнергии, геотермальной);
- наличие набора данных о маргинальной структуре энергетики (для страны и года);
- возможность включения выходных данных для анализа энергетической системы как входных данных для моделей LCA отходов.

² Регламент Комиссии (ЕС) № 756/2010 от 24 августа 2010 г., вносящий изменения и поправки в Регламент (ЕС) № 850/2004 Европейского Парламента и Совета о стойких органических загрязнителях по отношению к Приложениям IV и V.

³ Регламент Комиссии (ЕС) № 757/2010 от 24 августа 2010 г., вносящий изменения и поправки в Регламент (ЕС) № 850/2004 Европейского Парламента и Совета о стойких органических загрязнителях по отношению к Приложениям I и III.

2.3.3 Другие проблемы для рассмотрения при планировании модели LCA отходов

Разработка новых моделей LCA отходов может включать в себя:

Графический интерфейс границ системы. Это может включать в себя обращение с отходами, энергетику, системы лесоводства и промышленности. В то время как он не должен изменять возможности инструмента моделирования, он должен оказать поддержку для лиц, не являющихся экспертами в области LCA.

Моделирование на основе объекта. Использование визуальных объектов, связанных с данными изменяющейся сложности, может помочь практикующим специалистам в определении больших систем обращения с отходами.

Представление результатов в табличной форме. Представление результатов с использованием подхода UOD (первичная и глубокая переработка), как представлено в работе Gentil *et al.* (II), должно повысить прозрачность и коммуникационную наглядность результатов LCA.

Моделирование временных серий. Этот аспект в настоящее время отсутствует в нынешних моделях, но, очевидно, это можно сделать вручную. Моделирование временных серий предполагает, что выполнение расчетов на модели проводится неоднократно в течение ряда лет или месяцев, с различными входными параметрами пользователя (постоянные и переменные значения количества отходов, изменение структуры энергии с течением времени). Это может оказаться очень ценным для установления целей и выбора инфраструктуры обращения с отходами, особенно для органов местной власти, полагающихся на полигоны.

Проверка моделей LCA отходов показала, что различия в моделях зависят от выбора технических допущений и связанных с ними данных, что должно привести к различию в результатах, когда используются те же самые входные данные. Однако не были идентифицированы несоответствия в расчетах, что указывает на хороший уровень надежности каждой модели [43]. Для всех моделей LCA проверены комплексные и ряд отдельных воздействий на окружающую среду, на основе использования методологий определения характеристик оценки воздействия с использованием жизненного цикла. Среди различных методологий во всех проверенных моделях систематически использовался потенциал глобального потепления (GWP). GWP использовался также в ряде других отчетов и механизмах моделирования. Однако расчет ПГ и их связи с GWP может в достаточной степени различаться вследствие, главным образом, различной области действия.

3. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Антропогенное глобальное потепление, вероятно, является одним из самых серьезных воздействий на окружающую среду вследствие его глобального масштаба и вследствие опасности его возрастания, с заметным потенциалом воздействия на человечество [18]. На основе этих широко известных и рецензируемых данных, представляется разумным обратиться к AGW в контексте отрасли обращения с отходами и оценить существующие знания по этой проблеме. Стоит отметить, что 50% стран в Приложении I к Киотскому протоколу, по имеющимся данным, сократили свои совокупные выбросы парниковых газов в период с 1990 по 2008 г. для сектора отходов [10]. В то время как AGW недавно стало привлекать большое внимание среди общественности, сообщество специалистов в области LCA в течение ряда лет работает по этой теме, в связи с рядом других видов воздействия на окружающую среду.

В этой главе внимание сосредоточено на различных методологиях, используемых для учета, отчетности и моделирования GWP (Gentil *et al.*, II). Во второй части представлена оценка показателя глобального потепления (GWP) с акцентом на показателях обращения с отходами в Дании, Франции, Германии, Греции, Польше и Соединенном Королевстве (Gentil *et al.*, III).

Большая часть исследований, описанных в этом разделе, тесно связана с рядом более широких проектов, которые включены в технический обзор по изменению климата и обращению с отходами, и которые внесли вклад в три семинара, организованные Международной ассоциацией твердых отходов (ISWA), и в публикацию белой книги на уровне отрасли, в которой описаны источники ПГ и технические решения для смягчения выбросов ПГ.

3.1 УЧЕТ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Исходная информация, относящаяся к AGW и обращению с отходами, которая включает в себя физическое явление эффектов парниковых газов (радиационного прогресса, GWP), была представлена в работе [66]. Там был сделан вывод, что все еще существует значительная неопределенность, относящаяся к количественному определению непосредственных действительных выбросов из отрасли отходов вследствие характерного для нее разнообразия точечных источников и неконтролируемых выбросов, а также вследствие отложенных выбросов с полигонов и объектов для компостирования, оцененных с помощью моделирования. Оценка потенциальной выгоды от обращения с отходами выполнена только с помощью моделирования, и, поэтому, является также неопределенной в какой-то степени.

3.1.1 Рамки первичной и глубокой переработки

Учет, отчетность и моделирование выбросов парниковых газов начали проводиться в глобальном масштабе с вступления в действие Киотского протокола, т.е. с 1007 г. и ранее для некоторых стран. С его вступления в действие, ратификации и подписания 187 государствами был разработан ряд процедур отчетности для получения возможности количественного определения антропогенных выбросов ПГ. Некоторые из этих элементов учета были разработаны специально для деятельности по обращению с отходами. Эти механизмы учета включают в себя в основном Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов [67], Протокол для количественного определения выбросов парниковых газов от деятельности по обращению с отходами [68] и торговые механизмы (методологии механизмов чистого развития).

Все три основных протокола были прорецензированы в работе (Gentil *et al.*, II) и были оценены вместе с методологией LCA отходов, которая также количественно определяет выбросы ПГ. Этот анализ указывает, что все три процедуры включают те же самые основные данные из деятельности по обращению с отходами (очевидно, обобщенные на различных уровнях). Обзор также продемонстрировал, что уровень всеобъемлемости этих данных, вместе с целью поставки отходов различался в зависимости от методологии отчетности, и это может привести к путанице для основных действующих лиц в сфере обращения с отходами. Важно прояснить, что эти протоколы можно кратко обобщить в виде двух общих и отличительных аспектов, которые включают в себя:

- Отчетность о выбросах ПГ, частично основанная на прежних данных (полигоны) и нынешних данных о ежегодных выбросах (IPCC, протокол ЕrЕ);

● Перспективное моделирование, основанное на существующих данных и модельных прогнозах (моделирование LCA для оценки будущих потенциальных последствий решений, принимаемых в настоящее время, и методологий CDM).

Самым важным результатом статьи стало предложение общих рамок, которые могут включать в себя различные механизмы, без изменения или замены существующих методологий (Gentil *et al.*, II). Предложенные общие рамки, названные рамками первичной и глубокой переработки (UOD), являются очень простым отчетным механизмом, основанным на модели цепи поставок, когда можно рассмотреть информацию, относящуюся к области отчетности, которую может выбрать пользователь. Рамки UOD и их отношение с различными механизмами иллюстрируется в табл. 3-1.

Таблица 3-1.

Механизмы отчетности о ПГ и рамки UOD (Gentil *et al.*, II)

Состав отходов		Структура энергетики	
Характерная для процесса инвентаризация выбросов ПГ (на т отходов)			
Косвенные: Первичные	Непосредственные: дей- ствительные Обращение с отходами	Косвенные: Глубокая перера- ботка	
GWP ₁₀₀ CO ₂ -экв	GWP ₁₀₀ CO ₂ -экв	GWP ₁₀₀ CO ₂ -экв	
Включены в отчет- ность	Включены в отчетность	Включены в отчет- ность	
Не включены в от- четность	Не включены в отчетность	Не включены в от- четность	
Механизмы учета и отчетности ПГ			
Схемы тор- говли	Оценка жиз- ненного цикла	Организация от- четности	Национальная отчетность
● CDM ● JI ● EU-ETS ● CCX ● JVETS ● Прочие	● ISO 14048 ● База данных LCI - Ecoinvent - ELCD - GEMIS - Прочие ● Модели LCA - WRATE - DST - EASEWASTE - Прочие	● ISO 14064 ● WRI/WBCSD ● EpE ● ICLEI ● GRI	● Руководства IPCC ● CLRTAP ● EPER/PRTR ● CORINAIR ● Национальные реестры ● UNFCC
Роль и вклад обращения с отходами			
● Система аб- солютного ограничения и торговли выбросами ● CER, ERU, AAU ● Передача технологий	● Поддержка принятия реше- ний ● Стратегия ● Планирование	● Сопоставительный анализ ● Установление це- лей ● Годовой отчет ● Отчет об устойчи- вости ● Отчет CSR	● IPCC AR ● COP
Движущие силы изменений, устойчивых решений, инноваций, финансирования ...			

Примечания: AR – оценочный доклад; CCX – Чикагская климатическая биржа; CER – Сертифицированные сокращения выбросов; CDM – Механизм чистого раз-

вития; **CLRTAP** – Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния; **COP** – Конференция сторон; **CORINAIR** – Кадастр выбросов в воздух; **CSR** – Корпоративная социальная ответственность; **ELCD** – Европейская база данных по жизненному циклу; **ЕрЕ** – Предприятия Франции за защиту окружающей среды; **EPER** – Европейский регистр выбросов и сбросов загрязнителей; **ERU** – единицы сокращения выбросов; **EU-ETS** – Схема торговли выбросами в ЕС; **GEMIS** – Комплексные системы глобальной модели выбросов; **GHG** – парниковые газы; **GRI** – Инициатива глобальной отчетности; **ICLEI** – Международный совет местных природоохранных инициатив; **IPCC** – Межправительственная группа экспертов по изменению климата; **IPCC AR** – оценочный доклад IPCC; **JI** – Совместное выполнение; **JVETS** – Японская добровольная схема торговли выбросами; **LCI** – Инвентаризационный анализ жизненного цикла; **PRTR** – Протокол о регистрации выбросов и переноса загрязнителей; **UNFCCC** – Рамочная конвенция ООН по изменению климата; **WBCSD** – Всемирный совет предприятий по устойчивому развитию; **WRI** – Всемирный институт ресурсов.

Рамки UOD основаны на том факте, что все виды деятельности по обращению с отходами имеют характер первичной деятельности, с их связью воздействий на окружающую среду, необходимостью функционирования операций по обращению с отходами (топливо, вспомогательные материалы, строительство, ...). Все эти операции в сфере обращения с отходами имеют свои собственные выбросы и в конечном итоге утилизируемые материалы и энергия от этих операций может снова поступать в экономический цикл, компенсируя первичные ресурсы, с потенциальной пользой для окружающей среды.

В то время как этот подход с цепью поставки широко использовался сообществом специалистов в области LCA, другие механизмы концентрируются главным образом на непосредственных выбросах при проведении операций, вероятно, вследствие того, что в прошлом отрасль обращения с отходами была представлена преимущественно размещением (сброс отходов в отвал, полигонное депонирование) и инсинераторами для массового сжигания, без утилизации энергии. Протокол ЕрЕ, который ведет промышленность и частично основан на протоколе WRI/WBCSD, является исключением к этому, когда включается первичная и глубокая деятельность по переработке, с использованием показателей выбросов.

Еще одной причиной того, почему не сообщается о деятельности, связанной с первичной и глубокой деятельностью, является утверждение о том, что эти виды деятельности учитываются в других секторах (энергетики, лесоводстве, промышленности), и, поэтому, включение их должно привести к двойному счету. Это, вероятно, справедливо, хотя можно утверждать, что ничего неправильного не будет в двойном счете в этом контексте при условии, что в отчетности будет сохраняться прозрачность. Это в действительности может стать полезным дополнительным индикатором контроля качества для оценки, адекватно ли сообщают данные другие сектора. Вот почему полагают, что UOD может предложить полезные рамки отчетности.

Предложенные рамки UOD следует рассматривать с двух точек зрения: различные столбцы представляют собой различные уровни в цепи поставки обращения с отходами (входной поток, операция, выходной поток). Различные ряды представляют собой различные уровни объединения выбросов ПГ, самый высокий ряд представляет общее потенциальное воздействие, выраженное в CO₂-экв., средний ряд указывает выбросы, или предотвращаемые выбросы индивидуальных ПГ, и, наконец, нижний ряд показывает вид деятельности/выбросы, о которых не сообщается (вследствие отсутствия данных) для обеспечения прозрачности отчетности между различными системами обращения с отходами (Gentil *et al.*, II).

3.1.2 Общие правила, используемые в UOD

Рамки UOD являются простой концепцией, предназначенной для поддержки совместимости и прозрачности отчетности (о каких ПГ сообщается, сколько и кому они принадлежат в цепи поставки отходов). Несмотря на их простоту, это важно для обобщения всеобъемлющих правил, необходимых для их реализации. Эти рамки включают:

- количественные показатели потоков для каждого отчетного ПГ;
- представление GWP/GWF (объединенного) только в верхнем ряду;
- входной поток: левый столбец, материалы и энергия, используемые при обращении с отходами;
- операция: центральный столбец, отчитывающееся предприятие (деятельность);
- выходной поток: правый столбец: утилизируемые материалы и энергия;
- неучтенный ряд может быть “модернизирован” до учтенного ряда;
- вертикальные столбцы никогда не смешиваются (для сохранения прозрачности);
- ссылка на GWP всегда должна быть определена с временным горизонтом выбросов;
- содержание таблицы UOD зависит от технологии, страны и года;
- диапазон временного горизонта для управляемых отходов (день начала, день отчетности, прежние данные или перспективное моделирование).

3.1.3 Параметры, влияющие на отчетность по ПГ

В то время как отчетность по ПГ приводится для различных областей (будь то годовая отчетность или перспективное моделирование), ряд параметров играет решающую роль, а именно в понимании лежащих в основе допущений, относящихся к углеродному циклу, временном горизонте углерода в обращении с отходами и реальным показателям, используемым для расчета концентрации выбрасываемых ПГ.

3.1.3.1 Углеродный цикл

Важный компонент учета ПГ, отчетности и моделирования связан с углеродным циклом в системе обращения с отходами. Эта проблема широко обсуждается в литературе, часто с противоречивой интерпретацией. Дискуссия идет вокруг типа углерода, управляемого в отрасли обращения с отходами: должен ли биогенный углерод (атмосферный углерод, поглощенный недавно биосферой) и ископаемый углерод (атмосферный углерод, поглощенный на протяжении геологического времени и выделенный за последние 200 лет) оказывать такое же самое воздействие на AGW? Что можно сказать о связывании углерода на полигонах, имеется ли различие между ископаемыми и биогенными источниками углерода? Различные точки зрения на отчетность об углероде были обобщены и представлены в простой модели углеродного цикла и проверены с помощью ряда сценариев для оценки их обоснованности [69]. Авторы работы [69] идентифицировали, что два набора сценариев из четырех математических соответствовали ранжированию технологий обращения с отходами. Эти два сценария представлены в табл. 3-2.

Таблица 3-2.

Показатели для биогенного и ископаемого углерода

	Биогенный	Ископаемый
Выбросы в воздух	0/1	1/1
Связанный С	-1*/0	0/0

Связанный С предполагается через 100 лет после размещения. Принимается постоянный сток углерода в лес.

* следует умножить на 44/12 для получения CO₂-экв.

Показатель глобального потепления, или GWF, был введен для выявления различий между различными типами углерода и различным воздействием на изменение климата. Для остальной части этого раздела были сделаны следующие предположения:

- $GWF [CO_{2bio}] \text{ выделяемый} = GWP_{100} [CO_2] \times 0 = 0 \text{ CO}_2\text{-экв.}$
- $GWF [CH_{4bio}] \text{ выделяемый} = GWP_{100} [CH_4] \text{ CO}_2\text{-экв.}^*$
- $GWF [C_{foss}] \text{ выделяемый} = GWP_{100} [GHG] \times 1 = GWP_{100} [GHG] \text{ CO}_2\text{-экв.}$
- $GWF [C_{bio}] \text{ связанный} = C_{bio} \times -1 \times 44/12 \text{ CO}_2\text{-экв.}$
- $GWF [C_{foss}] \text{ связанный} = 0 \text{ CO}_2\text{-экв.}$

* В реальности $GWF [CH_{4bio}] \text{ выделяемый} = GWP_{100} [CH_4] - 1 \text{ CO}_2\text{-экв.}$ для выявления различий между выбросами биогенного и ископаемого метана [70]. Однако это не принималось во внимание при моделировании.

3.1.3.2 Временной горизонт

Временной горизонт оживленно обсуждался ранее (2.1.3), но он имеет особую важность в контексте изменения климата и обращения с отходами. Представляется, что имеется определенная путаница с этой проблемой. При обращении с отходами, и более точно для полигонов и использования отходов, подвергнутых биологической обработке, на земле, используется два различных типа временных горизонтов:

- Выбросы ПГ от единицы депонированных на полигоне отходов (100-150 лет);
- Потенциальное воздействие, как только ПГ выделяется в атмосферу (20, 100 или 500 лет).

Другими словами, каждая молекула метана, выделяемого с полигона, оказывает (произвольное) воздействие в течение более 100 лет, с последней молекулой метана, выделяемой через 150 лет после депонирования отходов.

В зависимости от области отчетности, выбросы с полигона рассчитываются на основе прошлых данных о количестве поступающих отходов и их составе (руководство РСС, отчетность корпораций). Напротив, в методологии LCA обычно принимается, что отходы, депонируемые в течение исследования, не имеют прошлых выбросов, так как мы заинтересованы в нынешних последствиях депонирования отходов и их связи с будущими выбросами. Это означает, что две области отчетности и данные не являются сопоставимыми.

Остаются вопросы другого типа, относящиеся ко времени, такие как имеются ли выгоды для климата от отсроченных выбросов от полигонов, и если так, то как мы должны это интегрировать с методологией LCA. Это может иметь основные последствия на выбор полигонных технологий.

3.1.4 Обновление GWP

Авторы работы [70] указывают, что окисление метана до диоксида углерода не учитывается должным образом, и предполагают, что ископаемый метан должен иметь более высокое значение GWP_{100} по сравнению с Докладом о 4-й оценке IPCC [71] (27-28 по сравнению с 25). Для биогенного метана авторы рекомендуют GWP_{100} 26-27.

Авторы работы [72] рассчитали большие значения GWP, при намного большей неопределенности, с использованием другого способа. Они указывали, что, когда при расчете GWP включаются прямые и косвенные аэрозоли, тогда GWP_{100} метана будет находиться в диапазоне от 25 до 40. В то время как в международных протоколах отчетности используется система отчета Второго доклада об оценке IPCC ($GWP_{100} CH_4 = 21CO_2$), предложенная для временных серий, это дает ложное ощущение реальности. Поэтому предлагается включить более низкий диапазон и более высокую оценку GWP при использовании этого индикатора. Использование диапазона GWP должно быть наиболее полезным для политиков, так как решения можно готовить на основе нынешних знаний, а не на нынешних (недооцененных) отчетах национальной инвентаризации.

Альтернативой является использование иного показателя, чем GWP. Некоторые авторы предложили, что потенциал изменения глобальной температуры (GTP) может оказаться лучшей альтернативой, чем GWP, поскольку он обобщает изменение глобальной температуры в данное время вследствие выбросов ПГ, что, вероятно, легче понимают политики и потенциально другие заинтересованные круги в сфере обращения с отходами [73]. Этот показатель также связан с некоторыми недостатками GWP, несмотря на более высокую неопределенность. Это важно для отрасли обращения с отходами (в частности, для политики и исследований), так как этот показатель будет, вероятно, использоваться в будущих докладах об оценке IPCC. На этой стадии трудно оценить, будет ли этот новый показатель оказывать воздействие на отрасль отходов, но определено одно: выбросы метана будут все еще оказывать сильное воздействие на изменение климата (будет ли использоваться GWP или GTP) и одновременно снижение выбросов метана за счет использования инженерных методов обращения с отходами (с утилизацией энергии и материалов) будет продолжаться, принося значительные выгоды для окружающей среды от отрасли отходов и в более широком смысле для общества.

3.2 ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В ЕВРОПЕ

Обзор различных методологий показал, что учет ПГ может быть выполнен для различных целей, будь то отчетность о выбросах на национальном уровне, частично на основе прошлого размещения отходов (IPCC, отчетность корпораций) или для перспективных исследований для сравнения и оценки будущих выбросов ПГ вследствие решений об обращении с отходами, принятых в данное время (LCA и до некоторой степени методология CDM). В качестве практического применения перспективного исследования было проведено сравнение показателей обращения с отходами для шести европейских государств-членов, использующих понятие о жизненном цикле и ограниченных оценкой потенциала глобального потепления (Gentil *et al.*, ПГ). Исследование сосредоточено на экологических последствиях (ны-

нешних и будущих) обращения с муниципальными отходами в 2007 г., и было исключено предыдущее обращение с отходами до настоящего времени и будущая деятельность по обращению с отходами после этого времени.

Этот тип исследования дает представление о нынешних показателях обращения с отходами с национальной точки зрения, который можно использовать для поддержки конструктивной политики на европейском уровне. Это исследование, однако, должно отличаться от другого сравнения национальной оценки, такого типа как политическая работа, проводимая Европейским агентством окружающей среды (ЕЕА), которое анализирует временные серии показателей обращения отходов, и оно включает прошлые выбросы с полигонов и будущий прогноз образования отходов.

3.2.1 Репрезентативные государства-члены

Для того чтобы иметь понимание о показателях глобального потепления обращения с отходами в Европе, важно было выбрать небольшое, но представительное количество государств-членов с резко отличающейся национальной практикой обращения с отходами.

Европейские государства-члены были выбраны на основе их общих характеристик обращения с отходами, и они включали Данию, Францию, Германию, Грецию, Польшу и Соединенное Королевство.

Основными причинами для выбора этих стран были следующие:

- **Дания:** высокий уровень получения энергии из отходов, полигонный запрет;
- **Франция:** равновесие между рециклингом, получением энергии из отходов и полигонным депонированием;
- **Германия:** высокий уровень получения энергии из отходов, высокий уровень рециклинга, надлежащий уровень биологической обработки и полигонный запрет;
- **Греция:** высокая зависимость от полигонов с ограниченной утилизацией биогаза;
- **Польша:** высокая зависимость от полигонов и структура энергетики на основе бурого угля;
- **Соединенное Королевство:** высокий уровень зависимости от эффективных полигонов и некоторый уровень рециклинга.

Основным ограничением при проведении оценки на уровне стран являлась зависимость от национальных статистических данных, которые, по определению, лишены информации, специфической для участков и для регионального обращения с отходами. Однако полагали, что может быть полезным для разработки более энергичной конструктивной политики, так как выявляются различия в экологических показателях между государствами-членами, но что более важно, это может помочь в понимании того, почему эти различия существуют, и научиться тому, что можно улучшить с существующей инфраструктурой, с помощью обмена информацией и знаниями между государствами-членами.

3.2.2 Допущения при моделировании

Границы системы включают в себя обмены с лесоводством (рециклинг бумаги и картона), промышленностью (стекло, пластмассы, алюминий, рециклинг черных металлов) и энергетическими системами (замещение тепловой и электрической энергии); однако исключается каскадный эффект.

Например, избыток древесины вследствие рециклинга бумаги используется для выработки энергии, но это не моделировалось.

Как было указано ранее (раздел 2.1.3), состав отходов играет решающую роль в моделировании LCA отходов. Поэтому важно получить надежные данные. К сожалению, в настоящее время нет метода стандартизации, и поэтому, нет европейских статистических данных по составу отходов. Данные по составу рассчитывались из литературы, для того чтобы определить конкретный состав для государств-членов. Резюме данных по составу представлено в табл. 3-3.

Таблица 3-3.

Состав отходов, оцененный для государств-членов в 2007 г.

Состав отходов (% от MSW)	DK	FR	DE	GR	PL	UK
Бумага	23	25	33	21	18	26
Прочее	20	18	14	14	22	21
Кухонные отходы	19	19	13	41	28	15
Садовые разделенные отходы	18	10	10	2	4	12
Пластмассы	7	9	10	9	11	10
Стекло	6	12	14	5	10	8
Металлы	5	5	5	4	4	6
Садовые, не разделенные отходы	2	2	1	4	3	2

Еще одним методологическим подходом к этому виду анализа на уровне стран является лучшее понимание технологических параметров, которые, вероятно, значительно воздействуют на результаты. Параметры были определены для сбора и транспортирования, сжигания, депонирования, MBT и рециклинга.

Некоторые параметры основаны на допущениях, когда в наличии не было достаточных знаний. Все ключевые технологические параметры представлены в работе (Gentil *et al.*, III) и приведены в табл. 3-4.

Таблица 3-4.

**Ключевые параметры, воздействующие на показатель
GWF обращения с отходами**

Тип технологии	Существенный параметр
Сбор и транспортирование	Незначительный вклад
Рециклинг	Коэффициент замещения
Механико-биологическая обработка	Утилизация энергии топлива из отходов
Сжигание	● Эффективность выработки электрической и тепловой энергии ● Низшая теплотворная способность отходов ● Содержание ископаемого углерода в отходах
Полигон	● Уровень сбора биогаза ● Уровень использования биогаза ● Уровень окисления биогаза

Очевидно, что параметры, представленные в табл. 3-4, далеки от исчерпывающих, и требуются много других параметров для более широкого анализа, которые включал бы другие экологические аспекты, как и в случае полного LCA.

Общая модель обращения с отходами описана на рис. 3-1. Она включает в себя соответствующий состав отходов в каждом государстве-члене, определенный в табл. 3-3, и национальную долю технологий обращения с отходами, сообщенную Евростатом в статистике по отходам. Экологическая экспертиза была выполнена с использованием технологий обращения с отходами из модели LCA отходов EASEWASTE. Выбор технологий был сделан на основе основных типов технологий, использованных каждым государством-членом, и ключевых параметров (табл. 3-4), применяемых для этих основных технологий обращения с отходами. Это включает в себя отходы, образующиеся в домовладении, утилизируемые в источнике (компостирование и рециклинг), и остаточные отходы (полигон, сжигание, MBT).

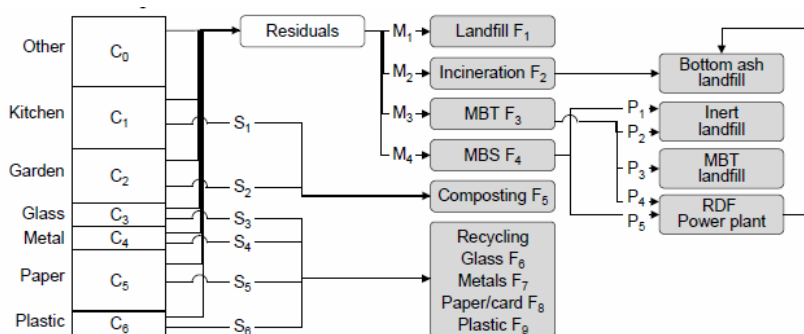


Рисунок 3-1. Исходная блок-схема Европейской системы обращения с отходами (Gentil *et al.*, III)

Пояснения к рисунку:

Other – прочие (отходы)

Kitchen – кухонные (отходы)

Garden – садовые (отходы)

Glass – стекло

Paper – бумага

Plastic – пластмассы

Residuals – остатки

Landfill – полигон

Incineration – сжигание отходов

MBT – механико-биологическая обработка

Composting – компостирование

Recycling – рециклинг

Bottom ash landfill – полигон для зольного остатка

Inert landfill – полигон для инертных отходов

MBT landfill – полигон для остатков от MBT

RDF Power plant – электростанция на топливе из отходов

3.2.3 Результаты исследования

Когда были подготовлены все сценарии и массовый баланс потоков отходов для каждого государства-члена, провели моделирование LCA. Результаты приведены на рис. 3-2 и включают сочетание входных, рабочих и выходных нагрузок и выгод. На рисунке представлены экологические показатели, рассчитанные для упомянутых ранее стран. На рис. 3-2 (a), (b) и (c) показан GWF на тонну влажных отходов, на жителя и общие выбросы для стран, соответственно. Количество в скобках после каждого государства представляет количество MSW, образующихся на жителя (b) и общее количество MSW, образующихся в стране в млн. т (c) на основе статистических данных Евростата [74].

Для каждого государства-члена система обращения с отходами моделировалась с их соответствующей средней структурой энергетики и впоследствии снова моделировалась с замещением 100% природного газа и 100% замещения угля. Причиной этого подхода является то, что определение источников маргинальной энергии достаточно затруднительно. На основе нынешней энергетической структуры и нынешних источников маргинальной энергии в Европе высока вероятность того, что в качестве маргинальных источников будут доминировать природный газ или уголь, и наиболее вероятно, что истинно маргинальной является сочетание различных источников энергии на уровне страны, при росте новых неограниченных источников, таких как ветровая энергия [50] (здесь не моделировалась).

С политической точки зрения, на рис. 3-2 четко демонстрируется, что показатель GWF системы обращения с отходами в Европе является гетерогенным, несмотря на общую законодательную базу. Некоторые государства (Дания, Германия), в которых оказывается энергичное содействие утилизации материалов и энергии при сжигании отходов, ранжируются лучше всего в отношении GWF. Это отчасти связано с более жестким нормативным режимом, но не с “минимальным” европейским режимом. Эффективность системы обращения с отходами в Дании и Германии такова, что при расчете на тонну в этих странах появляются значительные количественные выгоды для общества за счет замещения источников энергии. Это не означает, что мы должны создавать как можно больше отходов для получения косвенных стоков ПП (социальные выгоды), как это будет продемонстрировано далее в разделе 4 по предотвращению образования отходов.

Тем не менее, эти данные являются конструктивной движущей силой, которая должна оказать помощь государствам-членам в быстрой модернизации их существующей системы обращения с отходами, для того чтобы использовать выгоды рециклинга и получения энергии из отходов. Это в особенности верно в контексте нынешнего снижения выбросов ПГ. Это снижение от сектора обращения с отходами, вероятно, является одним из самых легких технологических решений или “не требующих усилий” в программе действий по ослаблению изменения климата, благодаря апробированным технологиям, которые легко доступны и имеют относительно дешевую инфраструктуру по сравнению с другими подходами к снижению выбросов ПГ.

На рис. 3-2 показано также, что независимо от эффективного полигонного депонирования, страны, полагающиеся главным образом на эти технологии, имеют худшие показатели, чем страны, принявшие диверсифицированную систему обращения с отходами, сконцентрированную на оптимизации утилизации ресурсов.

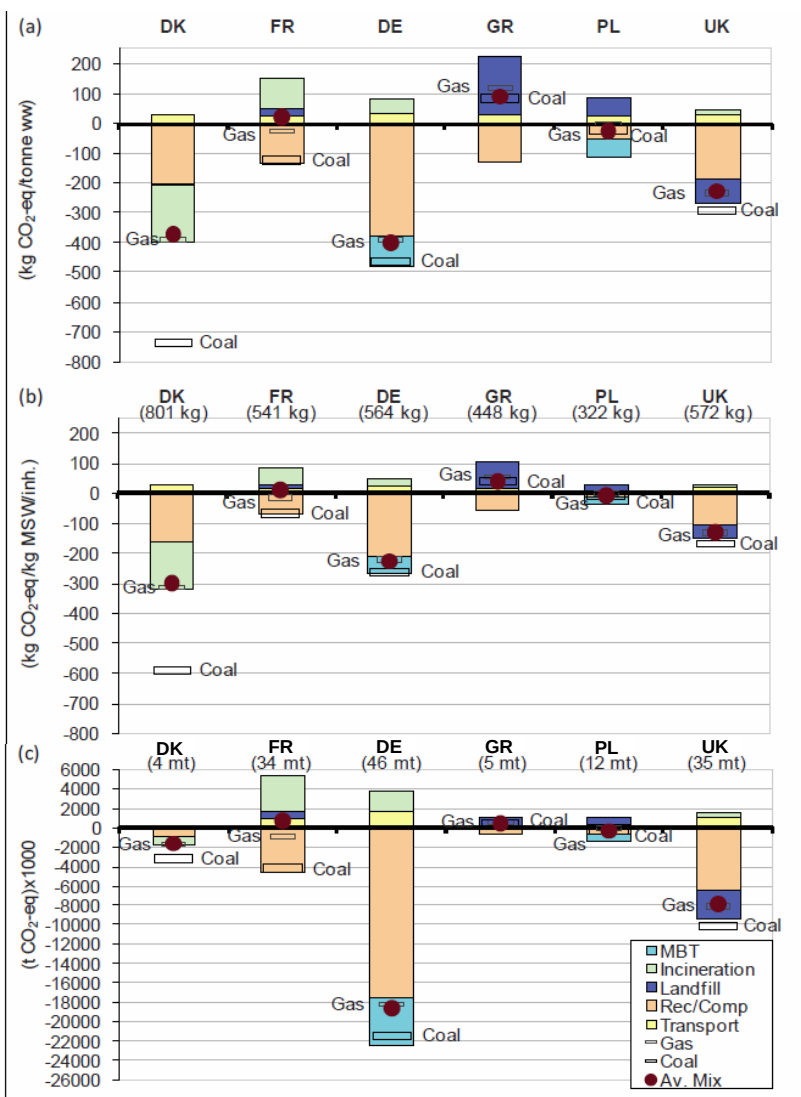


Рисунок 3-2. GWF для национального обращения с отходами в 6 европейских государствах-членах. Положительные значения указывают нагрузку (воздействие), отрицательные – выгоды. Красные точки представляют нетто воздействие потенциального использования средней структуры энергетики. Нетто воздействие потенциального использования маргинального природного газа (100%) и угля (100%) показано в виде горизонтальных узких прямоугольников. Ссылка на GWP: AR4 [71]. Число в скобках после каждого государства-члена представляет количество MSW, образующихся жителем (b), и общее количество MSW, образующихся в государстве-члене в млн. тонн (c).

Пояснение к рисунку 3-2:

kg CO₂-eq/tonne ww – кг CO₂-экв./т

kg CO₂-eq/kg MSW/inh – кг CO₂-экв./кг ТБО/жителя

t CO₂-eq – т CO₂-экв.

Gas – газ

Coal – уголь

MBT – механико-биологическая обработка

Incineration – сжигание отходов

Landfill – полигон

Rec/Comp – рециклинг/компостирование

Transport – транспортирование

Av. Mix – средняя структура энергетики

И, наконец, очень интересный урок, полученный из исследования, состоит в том, что ранжирование государств-членов в соответствии с их долями технологий обращения с отходами, которые иллюстрируются на рис. 3-3 (% депонирования, % сжигания, % рециклинга и компостирования) отличается от ранжирования, основанного на показателе GWF для обращения с отходами, как иллюстрируется в табл. 3-5.

Табл. 3-5 следует пользоваться с большой осторожностью вследствие присущего ей упрощенного подхода и вследствие наличия только одного экологического показателя. Однако эта табл. демонстрирует, что оценка эффективности государств-членов не может проводиться только с помощью структурных индикаторов (относительная важность технологий обращения), но должна быть дополнена индикаторами оценки состояния окружающей среды для подкрепления данных при разработке политики.

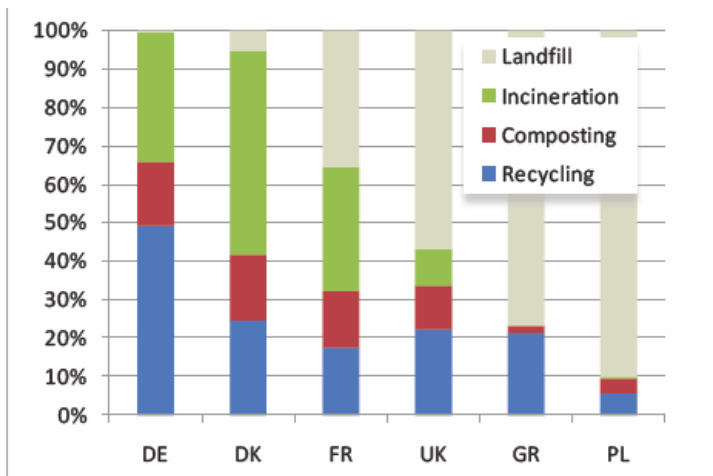


Рисунок 3-3. Параметры обращения с отходами в некоторых государствах-членах в 2007 г. (по данным Евростата)

Пояснения к рисунку:

Landfill – полигон

Incineration – сжигание отходов

Composting – компостирование

Recycling – рециклинг

Таблица 3-5.

Ранжирование обращения с отходами на основе Евростата и GWF

Государство-член	Евростат	Показатель GWF		
	Ранг депонирования	кг CO ₂ -экв/т	кг CO ₂ -экв/т/жителя	Итого т CO ₂ -экв
Германия	1	1	2	1
Дания	2	2	1	3
Франция	3	5	5	6
Великобритания	4	3	3	2
Греция	5	6	6	5
Польша	6	4	4	4

Минимальное значение представляет минимальное депонирование (первый столбец) и максимальный показатель GWF (первые три столбца). Второй, третий и четвертый столбцы представляют выбросы на тонну управляемых муниципальных отходов, выбросы на 1 кг муниципальных отходов и на жителя и общие выбросы для государства-члена, соответственно. Ранжирование основано на данных Евростата за 2007 г. и моделировании GWF, выполненном в работе Gentil *et al.* (III). Ранжирование было определено с использованием результатов усредненной структуры энергетики.

В главе 3 приведен обзор обращения с отходами и антропогенного изменения климата с анализом показателя GWF при обращении с отходами для некоторых европейских государств-членов. Анализ показал, что государства-члены имеют довольно различные показатели GWF. Те государства-члены, у которых высокие значения GWF, являются также странами с большим душевым образованием отходов. Некоторые могут прийти к выводу, что “образование большого количества отходов хорошо для окружающей среды”. В действительности же, следует считать, что, когда отходы образуются, надлежащее обращение с ними может принести к экологическим выгодам для общества (за счет замещения основных ресурсов), в то время как при депонировании их ненадлежащим образом возникают воздействия на окружающую среду, которые негативно влияют на общество. Если отходы не образуются, прежде всего, с помощью предотвращения их образования, можно задать вопрос, будет ли при этом польза для окружающей среды и перевесит ли эта польза выгоды от активного обращения с отходами. Попытка ответить на эти вопросы предпринята в главе 4.

4. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Представляется, что образование отходов всегда положительно коррелируется с экономическим ростом. Некоторые организации, такие как ОЭСР, оспаривают это и инициируют активное обсуждение предотвращения образования отходов, которое концентрируется главным образом на определении терминов и разработке индикаторов предотвращения, и это началось еще в 1999 г. [75].

Предотвращение образования отходов в Европе в настоящее время является частью европейской системы регулирования и считается самым предпочтительным вариантом обращения с отходами (Директива 2008/98/ЕС [34]). Конечным индикатором предотвращения образования отходов и наиболее согласованным является годовое количество образую-

щихся отходов по сравнению с предыдущим годом, в данном регионе. Если количество отходов снижается, независимо от ВВП и колебаний населения, можно утверждать, что (в абсолютных показателях) достигается предотвращение образования отходов. В Европе только относительное предотвращение, или прекращение корреляционной связи, имело место (рост количества отходов был медленнее, чем рост ВВП, но образование отходов продолжало возрастать). В то время как статистические данные по образованию отходов имеют основополагающее значение для политиков, это не “полный” индикатор, поскольку нет информации о состоянии окружающей среды, так что невозможно знать об экологических последствиях сокращения образования отходов. Поэтому предложено количественно определять экологические последствия предотвращения образования отходов.

Было проведено большое количество исследований для уточнения индикаторов предотвращения образования отходов, по определению механизмов, которые ведут к предотвращению образования отходов, и конкретных исследований, объясняющих успешную деятельность по предотвращению образования отходов [76-79].

Основное внимание работы Gentil *et al.* (IV) уделено не исследованию того, каким образом можно достичь предотвращения образования отходов, а тому, какие должны быть экологические последствия в случае предотвращения образования отходов. Если можно количественно определить эти экологические последствия предотвращения образования отходов, тогда можно полагать, что усилит важность предотвращения образования отходов на политическом уровне.

4.1 Методология

Непосредственным вызовом для моделирования предотвращения образования отходов является разработка концептуальной модели, которую можно ввести в существующие модели LCA отходов, такие как EASEWEST, без нарушения фундаментальных правил методологии LCA (границы системы и постоянство функциональной единицы являются самыми важными). Общая концепция для количественного определения экологических последствий предотвращения образования отходов состоит в сравнении двух систем обращения с отходами, которые отличаются только количеством и типом политики предотвращения образования отходов (рис. 4-1). Для того чтобы соблюдалась функциональная единица (*т.е.* то же самое количество отходов, которое поступает в систему обращения с отходами, независимо от того, будет ли в ней предотвращение образования отходов или нет), был создан “виртуальный” поток отходов, представляющий количество и тип отходов, образование которых было предотвращено. Этот поток не имеет нагрузки (воздействия). Когда сравниваются две системы обращения с отходами, возможно исключение воздействий первичной системы, связанных с производством товаров, приводящих к образованию отходов (подход нулевого воздействия) для упрощения моделирования.

Однако, когда имеет место предотвращение образования отходов, некоторые процессы производства в первичной цепи, вероятно, будут оказывать воздействие, пропорционально количеству отходов, образование которых предотвращено. Следовательно, используется подход “частичного” нулевого воздействия. Этот подход был использован при моделировании в работе Gentil *et al.* (IV), а также был документально подтвержден в работе [80]. Например, если предотвращается образование 10% пластиковых бутылок (с

помощью схемы повторного использования), можно предполагать, что около 10% воздействия и выгода для системы обращения с отходом удастся избежать, и около 10% этих бутылок не будет произведено, что приведет к предотвращению воздействий вследствие предотвращения аналогичного производства указанных бутылок.

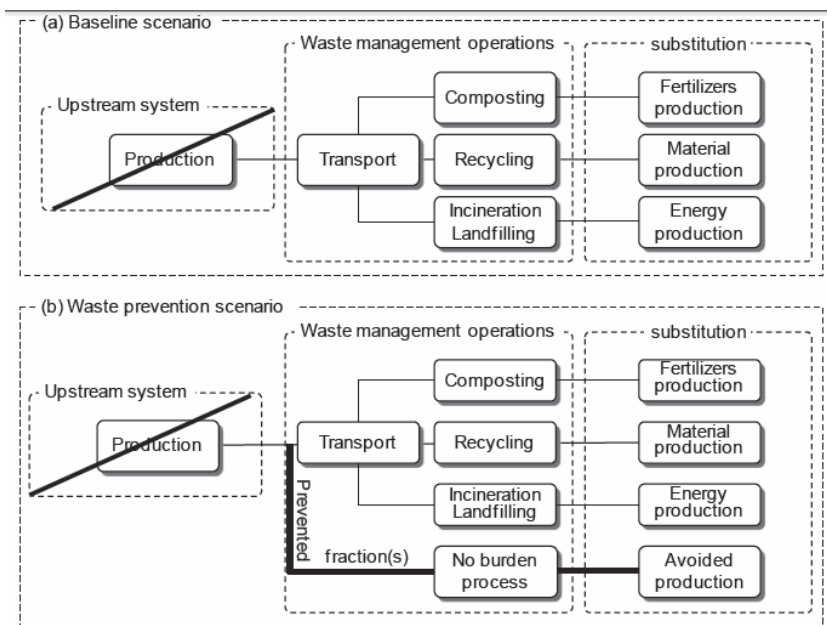


Рисунок 4-1. Концептуальная диаграмма моделирования предотвращения образования отходов Gentil *et al.* (IV)

Пояснения к рисунку:

Baseline scenario – базовый сценарий

Upstream system – система первичного производства

Production – производство

Waste management operations – операции обращения с отходами

Transport – транспортирование

Composting – компостирование

Recycling – рециклинг

Incineration Landfilling – сжигание, полигон

substitution – замещение

Fertilized production – производство удобрений

Material production – производство материалов

Energy production – производство энергии

Waste prevention scenario – сценарий предотвращения образования отходов

Prevented fractions – предотвращенные фракции

No burden process – процесс без воздействия

Avoided production – предотвращенное производство

В этом исследовании предотвращение образования отходов оценивается для тары для напитков (пластиковой и стеклянной), пищевых отходов (мяса и овощей) и невостребованной почты. Одной из целей исследования было

использование реалистического потенциала предотвращения отходов для этих фракций отходов. В табл. 4-1 приведено резюме фракций с их предполагаемой долей в системе отходов и их уровнями предотвращения образования.

Таблица 4-1.

Доля и уровни предотвращения в выбранных фракциях отходов

	Доля в отходах (%)	Уровни предотвращения (%%)
Отходы овощей	25	20
Отходы мяса	7	20
Стеклоянная тара для напитков	6	60
Невостребованная почта	6	20
Пластиковая тара для напитков	1	60

Эти фракции были использованы, для того чтобы прояснить различные подходы к предотвращению образования отходов:

- стеклянная тара для напитков: предотвращение с помощью повторного использования;
- пластиковая тара для напитков: предотвращение с помощью повторного использования;
- отходы овощей: самая высокая доля в составе MSW;
- отходы мяса: высокие затраты на соблюдение экологических норм;
- невостребованная почта: самое легкое достижение предотвращения.

Для того чтобы получить более полное представление об экологических последствиях предотвращения, было смоделировано два типа систем обращения с отходами: система с низким технологическим уровнем и высокотехнологичная система. Первая система обращения с отходами, “система с низким технологическим уровнем” зависит главным образом от инженерного обеспечения полигонов для депонирования остаточных отходов, но она включает также биологическую обработку и более низкий уровень рециклинга по сравнению со второй системой. “Высокотехнологичная система”, в основном используется для переработки остаточных отходов с помощью термической переработки с утилизацией энергии. Высокотехнологичная система также включает в себя повышенный уровень рециклинга. Для обеих систем были использованы те же самые допущения для уровня и типов предотвращения образования отходов.

4.2 Результаты исследования

По дидактическим причинам важно представить результаты в виде поэтапного подхода: 1) влияние предотвращения образования отходов на системы обращения с отходами, исключая предотвращение производства; 2) влияние предотвращения на общий канал поставки, включая предотвращение производства; 3) влияние предотвращения в различных системах обращения с отходами; 4) влияние предотвращения на технологии обращения с отходами; 5) каскадные последствия предотвращения образования отходов.

Влияние предотвращения на системы обращения с отходами, исключая предотвращение производства. Эта часть исследования указыва-

ет, что, когда выполняется общее предотвращение (все фракции отходов подвергаются предотвращению образования в этом исследовании), воздействия и выгоды от системы обращения с отходами для окружающей среды снижаются. Здесь нет большого сюрприза. Однако интересно отметить, что различные воздействия действуют по-разному. Это главным образом связано с изменением в количестве отходов и изменении в элементном составе отходов после предотвращения. Наблюдался рост токсичности для человека через воду вследствие дополнительного транспортирования и цикла промывки возвратной тары (предотвращение за счет повторного использования). Однако это считается незначительным фактором.

Влияние предотвращения на общую цепь поставки, включая предотвращение производства. Когда происходит прекращение образования отходов, предполагают, что предотвращается образование равного количества производственных выбросов как следствие предотвращения образования отходов. Это называется предотвращенным производством. Когда предотвращенное производство учитывается при моделировании, то наблюдаются значительные выгоды для окружающей среды. Большая часть этих выгод связана с предотвращением образования отходов мяса и овощей. Более точно, предотвращение образования отходов мяса связано с предотвращением производства мяса, что, в свою очередь, позволяет избежать использования удобрений; следовательно, это причина экономии в добавке питательных веществ, когда предотвращается образование отходов мяса.

Влияние предотвращения в различных системах обращения с отходами. Сравнение высокотехнологичной системы обращения с отходами и системы с низким технологическим уровнем проводилось с теми же самыми параметрами предотвращения образования отходов. В абсолютных значениях, высокотехнологичная система работает лучше, чем система с низким технологическим уровнем и без предотвращения образования отходов. Это становится причиной существенных выгод для окружающей среды от рециклинга материалов и получения энергии из отходов. Собственно говоря, наибольший прогресс вследствие предотвращения образования отходов связан с низким воздействием системы обращения с отходами на окружающую среду. Это четко указывает на то, что муниципалитеты, в которых не имеется действующая надлежащая инфраструктура для обращения с отходами, не смогут достичь значительного улучшения своих экологических показателей при реализации схем предотвращения образования отходов.

Влияние предотвращения на технологии обращения с отходами. Моделирование предотвращения образования отходов применительно к индивидуальным технологиям указывает, что относительно небольшой уровень предотвращения (13% от общей массы отходов, образование которой было предотвращено в данном исследовании) оказывает незначительное воздействие; однако значительная выгода приобретается за счет предотвращенного производства.

Каскадные последствия предотвращения образования отходов. Когда имеет место предотвращение образования отходов бумаги (здесь невостребованная почта), удается избежать производства древесной пульпы в бумажной промышленности. В случае активно управляемой лесохозяйственной системы можно было бы ожидать, что избыток древесины можно было бы использовать для производства энергии, потенциально замещая ископаемую энергию. В исследовании указано, что, когда при оценке учитывается каскадный эффект, то выгоды от предотвращения образования отходов в виде невостребованной почты

значительно возрастают для большинства экологических категорий, несмотря на значительную неопределенность вследствие каскадного эффекта.

Эта исследовательская работа прояснила и количественно определила некоторые экологические последствия предотвращения образования отходов, такие как последствия для систем обращения с отходами (воздействия и выгоды), конкретные технологии обращения с отходами, цепь поставок (предотвращение производства в первичной цепи) и каскадные эффекты. Однако из этого исследования ясно, что должна быть выполнена намного более подробная оценка этих последствий. Например, полагают, что рикошет предотвращения образования отходов (предотвращение образования отходов может привести к образованию других отходов или другой деятельности) может оказать значительное влияние на результаты LCA и это следует моделировать в будущих исследованиях.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5.1. Заключительные замечания

Обращение с отходами в Европе претерпевает глубокие изменения с начала 1970-х годов. Существенно возросло образование отходов, и они стали более разнообразными, с растущим количеством действующих нормативов для ослабления воздействий на здоровье человека и на окружающую среду. Эта сильная нормативная база и реализация финансовых инструментов (полигонный налог) привели к значительному росту объектов для обращения с отходами и типов технологий по всей Европе. Для большей части сложных систем обращения с отходами необходимы компьютерные модели, такие как модели LCA отходов для оценки и потенциальной оптимизации экологических показателей этих систем.

Проверка модели LCA отходов (Gentil *et al.*, I). Углубленный обзор различных моделей LCA отходов показал, что модели включают различные уровни подробностей, в зависимости от того, когда они были разработаны (Gentil *et al.*, I). Обзор также указал на то, что модели LCA отходов не следует подвергать численному сравнению без тщательной оценки технических допущений, определяющих каждую технологию обращения с отходами и лежащие в их основе базы данных внешней инвентаризации. Модели LCA отходов разрабатывались в разное время, и для данных по технологиям характерна тенденция их зависимости от страны, что затрудняет сравнение различных моделей. Для надежного сравнения моделей отходов требуется очень хорошее понимание параметров для самых различных моделей, для того чтобы выбрать только общие параметры. Работа, проведенная в рамках обзора, дала также возможность прояснить те проблемы, которые должны быть включены при разработке в будущем моделей LCA отходов.

Обращение с отходами и изменение климата (Gentil *et al.*, II, III). Модели LCA отходов используются для определения экологических показателей систем обращения с отходами. Потенциал глобального потепления является одним из показателей воздействия на окружающую среду, который обычно используется в моделях LCA. Важность и значение антропогенного глобального потепления, хотя и не является чем-то новым, широко признана в современном обществе. При исследовании проблем обращения с отходами и изменения климата (Gentil *et al.*, II) было идентифицировано, что в методологиях учета парниковых газов используются сходные данные (ПГ от деятельности по обращению с отходами), но у них разные цели, и, поэтому,

их интерпретация может привести к путанице у заинтересованных кругов в области обращения с отходами, не знакомых с методологическими затруднениями в протоколах. Было идентифицировано четыре группы методологий учета (торговые схемы, оценка жизненного цикла, организационный учет и национальная отчетность). Сделано предложение, что все эти механизмы можно интегрировать в систему отчетности, которая будет включать в себя виды деятельности по обращению с отходами, в том числе первичную деятельность (энергия, подача вспомогательных материалов, ...) и вторичную деятельность (утилизация материалов и энергии), называемые рамками UOD. Большим преимуществом рамок UOD является их простота и прозрачность для отчетности и информирования широкого диапазона заинтересованных кругов. В зависимости от отчетности/области учета пользователь может выбрать только часть этих рамок.

На основе приобретенных знаний об изменении климата и обращения с отходами была проведена оценка показателя глобального потепления для шести европейских государств-членов, с использованием понятия жизненного цикла (Gentil *et al.*, III). Самым значительным результатом этого исследования стало то, что все государства-члены, за исключением Греции, осуществляют выгоды для окружающей среды (на социальном уровне) вследствие того, что значительное количество отходов "оценивается" за счет замещения материалов и энергии. В исследовании также проливается свет на широкие различия в эффективности между государствами-членами, несмотря на общую нормативную систему. Это должно служить четкой иллюстрацией для политиков, в том смысле, что возможно повышение эффективности обращения с отходами в государствах-членах с помощью приобретенных знаний и передачи технологий, что может внести вклад в дальнейшее снижение выбросов ПГ.

Предотвращение образования муниципальных отходов (Gentil *et al.*, IV). Предотвращение образования отходов ведено в последнюю Рамочную директиву ЕС по отходам (2008/98/ЕС), но мало что известно об экологических последствиях предотвращения образования отходов. Экологическая оценка предотвращения образования отходов указывает, что относительно небольшое предотвращение образования отходов может привести к значительным выгодам для окружающей среды вследствие предотвращения первичного производства и каскадных эффектов (Gentil *et al.*, IV). Очевидно, что выгоды от предотвращения образования отходов будут различными между различными фракциями отходов, так как выгоды предотвращения связаны с долей фракций в отходах, реальным потенциалом предотвращения образования отходов, предотвращаемым воздействием и выгодами от переработки отходов и от предотвращения производства. Выгоды от предотвращения образования отходов зависят также от типа системы обращения с отходами, но в меньшей степени, так как большая часть выгод от предотвращения образования отходов имеет место в первичной части системы управления отходами. Было обнаружено, что предотвращение образования отходов мяса характеризуется наибольшей выгодой, по сравнению с другими исследованными фракциями отходов. Количественное определение выгод для окружающей среды от предотвращения образования отходов следует использовать как мощный индикатор для дальнейшего усиления важности подхода к обращению с отходами.

5.2 Рекомендации и будущие исследования

В рамках этой диссертации можно предложить ряд рекомендаций:

Улучшение данных о замещаемых материалах и энергии. Из данных по замещению, обнаруженных в литературе, из многочисленных исследований LCA, связанных с обращением с отходами, если они проводились надлежащим образом, вытекают значительные экологические выгоды для общества, вследствие замещения сырья и энергии на основе ископаемого топлива. Ясно также, что диапазон результатов относительно большой. Важнейшей проблемой является повышение достоверности данных о замещаемых материалах и энергии. Очевидно, что это основная задача, которая является относительно новой для исследовательского сообщества в сфере обращения с отходами, так как исследователи были сосредоточены главным образом на усовершенствовании моделей обращения с отходами с помощью зачастую трудоемких композиционных анализов отходов, анализов энергетической системы, анализов материальных потоков и оценки технологий обращения с отходами для определения конкретных отходов и конкретных выбросов в окружающую среду от технологий обращения с отходами.

Коэффициенты выбросов (для GWP, а также для других категорий воздействия) для процессов рециклинга и получения энергии из отходов зависят от ряда факторов; товарных цен на утилизируемые отходы и первичное сырье (эластичности спроса и предложения) вследствие поставки и спроса на эти материалы, и это означает, что коэффициенты выбросов могут изменяться в региональном масштабе и из года в год. Коэффициенты выбросов для утилизируемых отходов также находятся под воздействием структуры энергии, принятой для процесса рециклинга. Например, направление утилизируемых отходов в страну с высокой углеродоемкостью будет хуже, чем проведение того же самого рециклинга в стране с низкой углеродоемкостью.

Вероятностная оценка маргинальных материалов и энергии. Возрастающее количество авторов рекомендует использовать последовательные LCA. Основными препятствия для проведения последовательных LCA связаны с тем, что получение надежных данных требует очень больших затрат времени, особенно когда предельные (маргинальные) показатели изменяются в региональном масштабе из года в год. Может оказаться очень ценным исследовать вероятность маргинальной энергии или материалов с использованием вероятностного подхода. Например, мы должны принять фактически 100% усредненной маргинальной структуры энергетики в 2009 г. в Дании. Мы должны иметь высокий уровень определенности для нынешнего года. Уровень определенности маргинальных показателей будет в будущем снижаться из года в год. Когда делается попытка провести последовательный LCA для длительного промежутка времени, предположим, 20 лет в будущем, вероятность того, что определенный маргинальный показатель будет использован, довольно мала, так как будущее, по своей природе, неопределенно. Вероятно, более разумно на этой стадии выполнить расчеты для ряда сценариев с различными маргинальными показателями. Нет причин, почему этот подход не может быть применен для определения маргинальных значений для материалов (для получения более надежных показателей LCA рециклинга).

Вероятностная оценка маргинальных данных должна быть очень полезной для практических специалистов в области LCA отходов и исследователей в области обращения с отходами должна предоставить возможность пользователям сосредоточиться на моделировании системы обращения с отходами с известной доверительной вероятностью в отношении предельных показателей.

5.3 Взгляд на более широкие перспективы

Эта исследовательская работа подтвердила, что европейская политика в области отходов находится на правильном с точки зрения экологии пути, хотя можно достичь больших улучшений. Заинтересованные круги в области обращения с отходами быстро понимают, что надлежащее обращение с отходами может привести к успешному управлению ресурсами, что приводит к доходу и выгодам для окружающей среды, и если создаются новые рабочие места, мы сможем очень близко подойти к практике устойчивого управления отходами. Вопрос заключается в том, может ли европейский пример комплексного управления отходами быть воспроизведен за пределами Европы в странах с развивающейся экономикой. Ответ усложнен, так как не имеется единой идеальной системы, и слепое воспроизводство европейской системы обращения с отходами может привести к непредвиденным экологическим, социальным и экономическим воздействиям, как указано в работе [81]. Тем не менее, очевидно, что некоторые знания, технологии и создание возможностей должны передаваться за пределы Европы при обеспечении того, что будет учтен неформальный сектор

Второй вопрос, более специальный для ослабления выбросов ПГ, состоит в том, почему технические решения, выработанные отраслью отходов и продемонстрированные в рамках обширных прикладных исследований, не были признаны как один из главных факторов, способствующих снижению выбросов ПГ? Имеется два таких ответа: 1) отходы в широком смысле воспринимаются как то, что связано с негативной и нежелательной деятельностью, вредной для окружающей среды и здоровья человека, и для большинства территорий мира; 2) информация о данных исследованиях и развитии отрасли еще не распространялась в политические сферы и до обычного населения. В индустрии отходов разработан ряд инструментов и подготовлены решения для снижения выбросов ПГ, которые часто получают содействия для жесткого исполнения нормативов. И эти инструменты в настоящее время должны распространяться и развиваться в масштабе всего мира для обеспечения того, чтобы отходы с их воздействиями становились ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЯ

- (1) Ekvall, T.; Assefa, G.; Björklund, A.; Eriksson, O.; Finnveden, G. What life-cycle assessment does and does not do in assessments of waste management. *Waste Management* **2007**, 27, 989-996.
- (2) Bogner, J.; Pipatti, R.; Hashimoto, S.; Diaz, C.; Mareckova, K.; Diaz, L.; Kjeldsen, P.; Monni, S.; Faaij, A. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). *Waste Management & Research* **2008**, 26, 11.
- (3) Eurostat. Municipal waste generated, 1000 tonnes, 1995-2008 (update 11/03/2010). Environmental Data Centre on Waste **2010**.
- (4) OECD. *Total amount generated of municipal waste. In. OECD Factbook 2010: Economic, Environmental and Social Statistics. Environment - Air and land - Municipal waste.*; OECD Publishing: Paris, France, 2010.
- (5) Eurostat. Municipal waste incinerated, 1000 tonnes, 1995-2008 (update 02/02/2010). Environmental Data Centre on Waste **2010**.
- (6) Eurostat. Municipal waste recycled, 1000 tonnes, 1995-2008 (update 03/02/2010). Environmental Data Centre on Waste **2010**.

- (7) Eurostat. Municipal waste composted, 1000 tonnes, 1995-2008 (update 03/02/2010). Environmental Data Centre on Waste **2010**.
- (8) Herczeg, M.; Skovgaard, M.; Zoboli, R.; Mazzanti, M. *Diverting waste from landfill - Effectiveness of waste-management policies in the European Union*; European Environment Agency: Copenhagen, Denmark, 2009.
- (9) Eurostat. Supply, transformation, consumption - renewables and wastes (MSW) - annual data [nrg_1071a]. (update: 23-09-2010) **2010**.
- (10) UNFCCC. Global map Annex I countries for aggregate GHGs of the waste sector. Growth 1990-2008. *UNFCCC global map for GHG data* **2010**.
- (11) UNEP. Emissions of CH₄ - Waste (Model Estimations, RIVM-MNP) [2000]. *GEO Data Portal-The Environmental Database* **2010**.
- (12) Broecker, W. S. Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? *Science* **1975**, *189*, 460-463.
- (13) Tans, P. Recent Mauna Loa CO₂. *NOAA/ESRL* **2010**.
- (14) Tans, P. Recent Global CO₂. *NOAA/ESRL* **2010**.
- (15) Bogner, J. Abdelrafie Ahmed, M.; Diaz, C.; Faaij, A.; Gao, Q.; Hashimoto, S.; Mareckova, K.; Pipatti, R.; Zhang, T. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (B. Metz, O.R., Davidson, P.R., Bosch, R. Dave, L. L.A., Meyer (eds)); Cambridge University Press: Cambridge United Kingdom and New York NY USA 2007; pp 585-618.
- (16) Clift, R.; Doig, A.; Finnveden, G. The application of Life Cycle Assessment to Integrated Solid Waste Management - Part 1 - Methodology. *Process Safety and Environmental Protection* **2000**, *78*, 279-287.
- (17) Ekvall, T.; Finnveden, G. The Application of Life Cycle Assessment to Integrated Solid Waste Management Part 2—Perspectives on Energy and Material Recovery from Paper. *Process Safety and Environmental Protection* **2000**, *78*, 288-294.
- (18) Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, Å.; Chapin, F. S.; Lambin, E. F.; Lenton, T. M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H. J.; others A safe operating space for humanity. *Nature* **2009**, *461*, 472–475.
- (19) EEA. *The European environment - State and outlook 2005*; EEA: Copenhagen, Denmark, 2005.
- (20) EEA. *Europe's environment. The fourth assessment*; EEA: Copenhagen, Denmark, 2007.
- (21) Skovgaard, M.; Hedál, N.; Villanueva, A.; Møller Andersen, F.; Larsen, H. V. *Municipal waste management and greenhouse gases*; European Topic Centre on Resource and Waste Management Copenhagen: Copenhagen, Denmark, 2008; p. 61.
- (22) Eurostat. Generation of waste by economic activity (hazardous, non-hazardous), 2006 data (ten00107) (update 09/09/2010). Environmental Data Centre on Waste **2010**.
- (23) Parfitt, J. *Analysis of household waste composition and factors driving waste increases*; WRAP: Banbury, UK, 2002; p. 31.
- (24) Riber, C.; Astrup, T.; Christensen, T. H. In *Sardinia 2007 : Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October, Sardinia, Italy. Proceedings ; CD-ROM*; CISA - Environmental Sanitary Engineering Centre: Cagliari, Italy, 2007.
- (25) Dahlén, L.; Lagerkvist, A. Methods for household waste composition studies. *Waste Management* **2008**, *28*, 1100–1112.
- (26) da Graca Madeira Martinho, M.; Silveira, A. I.; Fernandes Duarte Branco, E. M. Report: New guidelines for characterization of municipal solid waste: the Portuguese case. *Waste Management & Research* **2008**, *26*, 484.
- (27) Fischer, C.; Crowe, M. *Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries*; European Environmental Agency.; EEA: Copenhagen, Denmark, 2000.
- (28) Kohler, N.; Perry, E. *Implementation of the landfill directive in the 15 member states of the European Union*; European Commission, DG Environment: Evere, Belgium, 2005; p. 143.
- (29) Eurostat. Waste treatment facilities at country level, 2004, 2006 (Update 04/08/2010) **2010**.

- (30) Fischer, C.; Hedal, N.; Carlsen, R.; Doujak, K.; Legg, D.; Oliva, J.; Lüdeking Sparvath, S.; Viisimaa, M.; Weissenbach, T.; Werge, M. *Transboundary shipments of waste in the EU. Developments 1995-2005 and possible drivers.*; European Environment Agency: Copenhagen, Denmark; p. 182.
- (31) EEA. *Waste without borders in the EU?*; EEA: Copenhagen, Denmark, 2009; Vol. 1/2009.
- (32) Commission of the European Communities. Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste. COM(2005) 666 final **2005**.
- (33) Commission of the European Communities. Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources. COM(2005) 670 final **2005**.
- (34) Commission of the European Communities. Directive 2008/98/EC of the European parliament and of the council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. L 312/3 **2008**.
- (35) Norris, G. A. Integrating life cycle cost analysis and LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **2001**, *6*, 118–120.
- (36) Reich, C. Economic assessment of municipal waste management systems—case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC). *Journal of Cleaner Production* **2005**, *13*, 253–263.
- (37) Jørgensen, A.; Le Bocq, A.; Nazarkina, L.; Hauschild, M. Methodologies for social life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **2008**, *13*, 96–103.
- (38) Benoît, C.; Norris, G. A.; Valdivia, S.; Citroth, A.; Moberg, A.; Bos, U.; Prakash, S.; Ugaya, C.; Beck, T. The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time! *The International Journal of Life Cycle Assessment* **2010**, *15*, 156–163.
- (39) Morrissey, A. J.; Browne, J. Waste management models and their application to sustainable waste management. *Waste Management* **2004**, *24*, 297–308.
- (40) Finnveden, G.; Ekvall, T.; Moberg, Å. Some Properties of Environmental Systems Analysis Tools—Life Cycle Assessment as an Example. *Systems Approaches and Their Application* **2005**, 227–235.
- (41) Finnveden, G.; Moberg, Å. Environmental systems analysis tools—an overview. *Journal of Cleaner Production* **2005**, *13*, 1165–1173.
- (42) DEFRA. *Waste Strategy for England 2007*; DEFRA: London, UK, 2007; p. 127.
- (43) Damgaard, A. Implementation of LCA-models in waste management, Technical University of Denmark: Kgs Lyngby, Denmark, 2010.
- (44) Hauschild, M.; Olsen, S. I.; Hansen, E.; Schmidt, A. Gone... but not away—addressing the problem of long-term impacts from landfills in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **2008**, *13*, 547–554.
- (45) Hellweg, S. Time- and site-dependent life cycle assessment of thermal waste treatment processes, Swiss Federal Institute of Technology: Zürich, Switzerland, 2000.
- (46) Manfredi, S. Environmental assessment of solid waste landfilling in a life cycle perspective (LCA model EASEWASTE), Technical University of Denmark: Kgs Lyngby, Denmark, 2009.
- (47) Slack, R. J.; Gronow, J. R.; Hall, D. H.; Voulvoulis, N. Household hazardous waste disposal to landfill: Using LandSim to model leachate migration. *Environmental Pollution* **2007**, *146*, 501–509.
- (48) Hyks, J.; Astrup, T.; Christensen, T. H. Long-term leaching from MSWI air-pollution-control residues: Leaching characterization and modeling. *Journal of Hazardous Materials* **2009**, *162*, 80–91.
- (49) Fruergaard, T. Environmentally sustainable utilization of waste resources for energy production, Technical University of Denmark: Kgs. Lyngby, Denmark, 2010.
- (50) Mathiesen, B. V.; Münster, M.; Fruergaard, T. Uncertainties related to the identification of the marginal energy technology in consequential life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production* **2009**, *17*, 1331–1338.
- (51) EEA. *Energy and environment report 2008*; EEA: Copenhagen, Denmark, 2008.

- (52) Weidema, B. P.; Frees, N.; Nielsen, A. M. Marginal production technologies for life cycle inventories. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **1999**, *4*, 48–56.
- (53) Finnveden, G.; Hauschild, M. Z.; Ekvall, T.; Guinée, J.; Heijungs, R.; Hellweg, S.; Koehler, A.; Pennington, D.; Suh, S. Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management* **2009**, *1–21*.
- (54) Larsen, A. W. Environmental assessment of waste collection seen in a system perspective, Technical University of Denmark: Kgs. Lyngby, Denmark, 2009.
- (55) Merrild, H.; Damgaard, A.; Christensen, T. H. Life cycle assessment of waste paper management: The importance of technology data and system boundaries in assessing recycling and incineration. *Resources, Conservation and Recycling* **2008**, *52*, 1391–1398.
- (56) Weidema, B.; Ekvall, T.; Heijungs, R. *Guidelines for application of deepened and broadened LCA*; ENEA: Bologna, Italy, 2009; p. 49.
- (57) Hansen, T. L.; Bhandar, G. S.; Christensen, T. H.; Bruun, S.; Jensen, L. S. Life cycle modelling of environmental impacts of application of processed organic municipal solid waste on agricultural land (EASEWASTE). *Waste Management & Research* **2006**, *24*, 153.
- (58) Hansen, T. L.; Christensen, T. H.; Schmidt, S. Environmental modelling of use of treated organic waste on agricultural land: a comparison of existing models for life cycle assessment of waste systems. *Waste Management & Research* **2006**, *24*, 141.
- (59) Riber, C. Evaluation of waste specific environmental impacts from incineration, Technical University of Denmark: Kgs Lyngby, Denmark, 2007.
- (60) Hellweg, S.; Hofstetter, T.; Hungerbühler, K. Modeling waste incineration for life-cycle inventory analysis in Switzerland. *Environmental Modeling & Assessment* **2001**, *6*, 219–235.
- (61) Kirkeby, J. T.; Birgisdóttir, H.; Hansen, T. L.; Christensen, T. H.; Bhandar, G. S.; Hauschild, M. Environmental assessment of solid waste systems and technologies: EASEWASTE. *Waste Management & Research* **2006**, *24*, 3.
- (62) Commission of the European Communities, Commission decision of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste 2000.
- (63) Riber, C.; Petersen, C.; Christensen, T. H. Chemical composition of material fractions in Danish household waste. *Waste Management* **2009**, *29*, 1251–1257.
- (64) Commission of the European Communities. Commission Regulation (EU) No 756/2010 of 24 August 2010 amending Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council on persistent organic pollutants as regards Annexes IV and V Text with EEA relevance **2010**.
- (65) Commission of the European Communities. Commission Regulation (EU) No 757/2010 of 24 August 2010 amending Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council on persistent organic pollutants as regards Annexes I and III Text with EEA relevance **2010**.
- (66) Scheutz, C.; Kjeldsen, P.; Gentil, E. Greenhouse gases, radiative forcing, global warming potential and waste management—an introduction. *Waste Management & Research* **2009**, *27*, 716.
- (67) Eggleston, S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tanabe, K. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Waste*; Institute for Global Environmental Strategies (IGES): Hayama, Japan, 2006; Vol. 5.
- (68) EpE. *Protocol for the quantification of greenhouse gases emissions from waste management activities. Version 4*; Entreprises pour l'environnement: Paris, France, 2010; p. 46.
- (69) Christensen, T. H.; Gentil, E.; Boldrin, A.; Larsen, A.; Weidema, B.; Hauschild, M. C balance, carbon dioxide emissions and global warming potentials. *Waste Management & Research* **2009**, 0734242X08096304v1.
- (70) Boucher, O.; Friedlingstein, P.; Collins, B.; Shine, K. P. The indirect global warming potential and global temperature change potential due to methane oxidation. *Environ. Res. Lett.* **2009**, *4*, 044007.

- (71) Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Alley, R. B.; Bernsten, T.; Bindoff, N. L.; Chen, Z.; Chidthaisong, A.; Gregory, J. M.; Hegerl, G. C. Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I. Climate Change 2007*, 74 pp.
- (72) Shindell, D. T.; Faluvegi, G.; Koch, D. M.; Schmidt, G. A.; Unger, N.; Bauer, S. E. Improved Attribution of Climate Forcing to Emissions. *Science* **2009**, *326*, 716-718.
- (73) Shine, K. P.; Fuglestedt, J. S.; Hailemariam, K.; Stuber, N. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climatic Change* **2005**, *68*, 281–302.
- (74) Eurostat. Municipal solid waste generation, landfilling, incineration, recycling and composting from 1995 to 2007. Environmental Data Centre on Waste **2009**.
- (75) OECD. *Working Party on Pollution Prevention and Control. Strategic waste prevention. OECD reference manual*; Paris, France, 2000; p. 123.
- (76) Cox, J.; Giorgi, S.; Sharp, V.; Strange, K.; Wilson, D. C.; Blakey, N. Household waste prevention -- a review of evidence. *Waste Management Research* **2010**, *28*, 193-219.
- (77) Sharp, V.; Giorgi, S.; Wilson, D. C. Methods to monitor and evaluate household waste prevention. *Waste Management Research* **2010**, *28*, 269-280.
- (78) Sharp, V.; Giorgi, S.; Wilson, D. C. Delivery and impact of household waste prevention intervention campaigns (at the local level). *Waste Management Research* **2010**, *28*, 256-268.
- (79) Fell, D.; Cox, J.; Wilson, D. C. Future waste growth, modelling and decoupling. *Waste Management & Research* **2010**, *28*, 281.
- (80) Cleary, J. The incorporation of waste prevention activities into life cycle assessments of municipal solid waste management systems: methodological issues. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **2010**, *15*, 579–589.
- (81) Wilson, D. C.; Scheinberg, A.; Rodic-Wiersma, L. *Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities 2010*; Earthscan Ltd, 2010.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- I** **Gentil, E. C., Damgaard, A., Hauschild, M. Finnveden, G. Eriksson, O., Thorneloe, S., Kaplan, P. O., Barlaz, M., Muller, O., Matsui, Y. Ii, R. and Christensen, T. H. (2010) Models for waste Life Cycle Assessment: review of technical assumptions. Waste Management, 30, 2636-2648.**
- II** **Gentil, E. C., Aoustin, E. and Christensen, T. H. (2009) Greenhouse gas accounting and waste management. Waste Management & Research, 27, 696-706.**
- III** **Gentil, E. C., Clavreul, J. and Christensen, T. H. (2009) Global warming factor performance of MSW management in Europe. Waste Management & Research, 27, 850-860.**
- IV** **Gentil, E. C., Gallo, D. and Christensen, T. H. (2010) Environmental evaluation of municipal waste prevention. Submitted to Environmental Science and Technology.**

РИСКОВАННЫЙ БИЗНЕС: ПРОИЗВОДСТВО ЯДЕРНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ГЛУБОКОВОДНОЕ БУРЕНИЕ ДЛЯ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Hope M. Babcock¹ :

Columbia Journal of Environmental Law Vol. 37:1 (11 February 2012)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

I. Справочная информация о глубоководном бурении и атомной энергетике

A. Нефтегазовая промышленность

1. Авария нефтяной платформы *Deepwater Horizon* и прорыв нефтяной скважины Макондо

B. Ядерная промышленность

1. Авария на атомной электростанции Три-Майл-Айленд² (Three Mile Island) с расплавлением активной зоны

II. Непосредственные и косвенные причины прорыва нефтяной скважины Макондо и аварии с расплавлением активной зоны на 2-м энергоблоке АЭС Три-Майл-Айленд

A. Непосредственные причины аварий

1. Технические неисправности

2. Сбой в системе информации

3. Аварийная эксплуатация

4. Отказ каналов связи

5. Сбой системы аварийного реагирования

B. Косвенные причины аварий

1. Экономическое давление

2. Концентрация внимания на инженерных средствах как первичной защите от аварий

III. Как непосредственно нефтегазовая и ядерная промышленность реагируют на катастрофические аварии.

A. Реакция нефтегазовой промышленности в сфере глубоководного бурения и Министерства внутренних дел на прорыв нефтяной скважины Макондо

B. Реакция ядерной промышленности и NRC (Комиссии по ядерному регулированию) на аварию с расплавлением активной зоны на 2-м энергоблоке АЭС Три-Майл-Айленд

¹ Хоуп Бабкок – профессор факультета права в Джорджтаунском университете, где она преподает экологическое право. С 1977 по 1979 г. она была заместителем помощника министра внутренних дел США по энергетическим и минеральным ресурсам и принимала участие в регулировании работ по добыче нефти и природного газа на внешнем континентальном шельфе. До этого она была юристом-практиком по выдаче лицензий для АЭС с 1970 по 1977 г. Эта статья впервые была представлена на симпозиуме о воздействии аварии с разливом нефти на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* в Мексиканском заливе в апреле 2010 г. Спонсором симпозиума был журнал *Mary Environmental Law and Policy Review*.

² Атомная электростанция, расположенная на реке Саскуэханна, недалеко от г. Гаррисберг, штат Пенсильвания, с двумя энергоблоками, мощностью 802 (в настоящее время 862) МВт и 906 МВт, на котором произошла авария в 1979 г. и который с тех пор не работает.

IV. Некоторые важные различия между добычей нефти и газа из морских месторождений и ядерной промышленностью, которые могут оказать влияние на них

V. Заключение

ВВЕДЕНИЕ

“Вы дергаете за вытяжной трос парашюта, который вы упаковали, ... а не парашюта, который вы хотите упаковать”³.

Правительственное регулирование и лицензирование промышленной деятельности, которая создает возможности катастрофического риска, отражает “политическое оценочное суждение о том, что эта деятельность создает общественные выгоды, которые больше, чем социальные издержки на риски, которые она вызывает”⁴. Однако, когда происходит катастрофическая авария, может возникнуть необходимость в переосмысливании оценки эффективности затрат, лежащей в основе оценочного суждения, принятого при разрешении деятельности⁵. Социальное переосмысливание в особенности обосновано, когда аварию можно предотвратить в том случае, если промышленности или правительстве более серьезно будут оценивать риск катастрофы и будут выполнять меры предосторожности для ее предотвращения. К такому выводу пришла Комиссия при Президенте США по расследованию причин аварии в Мексиканском заливе на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* в апреле 2010 г., в результате которой погибло 11 рабочих на платформе, 17 человек получили ранения, было пролито почти 5 млн. баррелей нефти в Мексиканском заливе⁶, опустошив экономику и окружающую среду района, и до настоящего времени затраты по очистке

³ Campbell Robertson (Кэмпбелл Робертсон – репортер газеты “Нью-Йорк Таймс”) *Efforts to Repel Gulf Spill Are Described as Chaotic, Fragmented Response Cited – Contingency Plans Are Found Lacking in Detail* (Усилия по ликвидации последствий разлива нефти в Мексиканском заливе описаны как хаотическая, фрагментированная реакция – в планах действий в чрезвычайных ситуациях: отсутствовали подробности), N.Y. Times, June 15, 2010, at A1, имеется на: <http://www.nytimes.com/2010/06/15/science/earth/15cleanup.html> (цитируется Mark Davis (Марк Дэвис), директор Института права и политики в области водных ресурсов Тьюлэйн в г. Новый Орлеан, штат Луизиана).

⁴ Markus Radetzki & Marian Radetzki, *Liability of Nuclear and Other Industrial Corporations for Large Scale Accidental Damage* (Ответственность корпораций в области ядерной энергетики и других отраслях промышленности за неумышленный ущерб в случае крупных аварий), 15 J. Energy & Nat. Resources L. 366, 283 (1997).

⁵ См., Jay G. Martin, *Implementing Effective Corporate Legal Compliance Programs* (Реализация корпоративные программы нормативно-правового соответствия), Nat. Resources & Env't, Spring 1997, at 14, 14 (“Ущерб, который может быть вызван крупной компанией или группой компаний, действующих совместно, делает неприемлемым просто ожидание и фиксирование ситуации после случившегося. Таким образом, имеется необходимость в конструктивном направлении предпринимательской деятельности и в идентификации и рассмотрении проблем перед тем, как они приводят к катастрофе”).

⁶ См. Nat'l Comm'n on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, *The Amount and Fate of the Oil* 16 (Staff Working Paper No. 3, 2011) [далее Staff Working Paper No. 3], имеется на: <http://www.oilspillcommission.gov/sites/default/files/documents/Updated%20Amount%20and%20Fate%20of%20the%20Oil%20Working%20Paper.pdf> (“Согласие между правительством и независимыми учеными состоит в том, что примерно пять млн. баррелей нефти было выброшено из месторождения Макондо, из которых свыше 4 млн. баррелей оказалось в водах Мексиканского залива”).

составили сотни млн. долл.⁷ Поскольку катастрофа с морской буровой установкой *Deepwater Horizon* не была первой серьезной аварией в недавнем прошлом, такого рода нарушения контроля являются удивительными. По этой причине в предлагаемой статье будет выясняться, почему компании, занятые морским бурением при добыче нефти и природного газа, и агентства, которые регулируют их деятельность, оценивают риск аварии из-за нарушения норм эксплуатации как очень низкий, несмотря на то, факт, что серьезные эпизоды с открыто фонтанирующими скважинами, не такое уж редкое явление. Такая оценка оказывает воздействие как на жесткость надзора за нормативно-правовым соответствием, так и меры предосторожности, которые принимает компания против возникновения аварийных ситуаций.

С учетом повторения серьезных эпизодов с открыто фонтанирующими скважинами за последние сорок лет, небрежная позиция компаний, занятых морским бурением при добыче нефти и природного газа, и Министерства внутренних дел в отношении вероятности серьезных аварий, которые встречаются снова, еще более поразительная при сравнении с реакцией ядерной энергетики после катастрофического расплавления активной зоны на втором энергоблоке на АЭС Три-Майл-Айленд (ТМ1-2)⁸. Хватило только одной серьезной аварии, для того чтобы подтолкнуть Комиссию по ядерному регулированию (NRC) почти немедленно принять упреждающие регулирующие и оперативные меры, для того чтобы страна пересмотрела свои обязательства по развитию коммерческой ядерной энергетики⁹. Исходя из

⁷ См., U.S. Gov't Accountability Office [Главное бюджетно-контрольное управление США] GAO-11-90-R, 1-2 Deepwater Horizon Oil Spill Preliminary Assessment of Federal Financial Risks and Cost Reimbursement and Notification Procedures, 1-2 (2010) ("Полный размер затрат и суммы, которая в конечном итоге будет уплачена ответственными сторонами федерально, штатного и местных правительств, в настоящее время не известна, и она зависит от различных факторов").

⁸ Реакция компаний, занятых глубоководных бурением нефти и природного газа, также поразительно отличается от реакции Соединенного Королевства, Норвегии, Австралии и Канады, которые сделали основные изменения в своих программах регулирования морского бурения в ответ на аварии. См., Nat'l Comm'n on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore drilling, Report to the President, Deep Water: The Gulf Oil, Disaster and the Future of Offshore Drilling, *A Competent and Nimble Regulator: A New Approach to Risk Assessment and Management* (Компетентный и гибкий регулирующий орган в области оценки и управления риском) 10-16 (Staff Working Paper No. 21, 2011) [далее Staff Working Paper No. 21], имеется на: <http://www.oilspillcommission.gov/sites/default/files/DOCUMENTS/a%20COMPENENT%20AND%20nIMBLE%20orEGULATOR%20nEW%20Approach%20toRisk%20Assessment%20%20Management.pdf>. В частности, Соединенное Королевство и Норвегия в настоящее время объединили как нормативные правила и эксплуатационные требования, которые вынуждают промышленность "идти гораздо дальше простого соответствия" (Там же).

⁹ См., Nat'l Comm'n on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore drilling, Report to the President, Deep Water: The Gulf Oil, Disaster and the Future of Offshore Drilling 235 (2011) [далее Сообщение Комиссии], имеется на: http://www.oilspillcommission.gov/sites/default/files/documents/DEEPWATER_ReporttothePresident_FINAL.pdf ("Для ядерной энергетики возникновение кризисной ситуации с частичным расплавлением в 1979 г. активной зоны реактора на энергоблоке №2 ТМ1 стало побужающим импульсом для перехода к культуре безопасности"). Но см., Редакционную колонку, *In the Wake of Fukushima* (Вслед за Фукусимой), N.Y. Times, July 24, 2011, at SR11 (отметим, что "здесь уже есть признаки того, что ядерная энергетика и ее союзники среди членов Конгресса республиканцев будут оказывать давление на уполномоченных [NRC] для утанвания рекомендаций", подготовленных рабочей группой в качестве реакции на аварию на АЭС Фукусима-2).

несколько иной позиции перед аварией на ТМІ-2 в отношении вероятности серьезной ядерной аварии в период после аварии, ядерная промышленность и NRC инициировали значительные изменения в правилах и культурных нормах, управляющий эксплуатацией АЭС, главным образом для восстановления доверия населения к ядерной электроэнергии¹⁰. В этой статье рассматривается, почему соответствующие подходы к управлению рисками при глубоководном бурении и в ядерной промышленности, для которых характерна деятельность с очень высоким риском¹¹, и проявляются некоторые общие структурные и нормативные характеристики¹², но в то же самое время имеются и различия.

В статье утверждается, что несмотря на наличие сходств, имеются и три значительных различия между этими отраслями, которые оказывают влияние на то, как каждая из них оценивает возможное возникновение катастрофических аварий, а также необходимость принятия мер предосторожности перед аварией¹³. Первое состоит в том, что аварийные ситуации на АЭС обладают потенциалом серьезного воздействия на здоровье населения, проживающего вблизи АЭС и на значительном расстоянии от нее в течение длительного периода времени, в то время как авария на внешнем континентальном шельфе (ОСЗ) в основном воздействует на большую территорию морской окружающей среды, видимые последствия которой проявляются на относительно коротком расстоянии. Второе различие состоит в том, что легче оплатить издержки аварии на ОСЗ, включая издержки на последующие меры снижения воздействия и восстановления, относя эти издержки на потребителей, чем в случае аварии на АЭС, поскольку штатная комиссия по

¹⁰ См., Commission Report, *сноска* 9, 229 (“Основной мотивацией для повышения безопасности в каждом случае [ссылка на гражданскую авиацию или АЭС] является то, что ни население (как потребители и избиратели) ни правительство не должны разрешать таким предприятиям работать, если они страдают от многих аварий”).

¹¹ См. *там же* 235 (“Проблемы управления риском, характерные для ядерной энергетике, в некоторой степени аналогичны тем проблемам, которые характерны для глубоководного бурения: зависимость от современных и очень сложных технологий, низкая вероятность/катастрофические последствия природы появляющихся рисков и соответствующая тенденция для культуры преступной беспечности, которая развивается с течением времени при отсутствии серьезных аварий”).

¹² Как глубоководное бурение, так и ядерная промышленность подвергаются проверке норм безопасности и охраны окружающей среды перед строительством и эксплуатацией имеют привилегии в виде установленных по закону верхней границы ответственности и существенных правительственных субсидий, и каждая из них производит продукт с высоким спросом. См. *там же* 239-40. Однако имеются значительные институциональные различия между отраслями. Например, имеется ограниченное количество мест размещения АЭС, и для них используется ограниченное количество общепризнанных технологий, все стадии которых тщательно регулируются. Напротив, объекты нефтегазовой промышленности находятся во многих разных местах и разных условиях окружающей среды, использующих различные, непрерывно развивающиеся технологии и конструктивные решения, и о них имеется очень разрозненная, диверсифицированная и составляющая коммерческую тайну информация. См. *также*, 240-41.

¹³ См. *также* 239-40 (отмечается среди сходств между этими отраслями, что правительство “обладает обширными полномочиями диктовать” свои действия, и показатели каждой отрасли могут улучшиться, если будут инициированы частные саморегулирующие программы для дополнения перегруженных, с недоукомплектованным персоналом и технически неблагоприятных правительственных программ, которые отличаются недостатком “технического опыта, действительно соразмерного с этим частным бизнесом”).

услугам населению контролирует норму рентабельности этих АЭС. Если имеется предшествующее руководство в этом отношении, то эти питательные комиссии будут относиться без симпатии к любым будущим просьбам для АЭС в рамках денежной компенсации после аварии¹⁴. Конечное различие, менее ясное, но, возможно, наиболее важное, относится к опасениям населения к радиации. Проще говоря, население не боится нефти. Такое восприятие делает маловероятным, что ядерная промышленность может выдержать еще одну серьезную аварию АЭС¹⁵, в то время компании, занимающиеся глубоководным бурением, не несут такой нагрузки. Вместе эти различия вносят вклад в более высокий технический регламент безопасности в ядерной промышленности, а также делают маловероятным, что офшорная добыча нефти и природного газа будет естественно направляться к более предусмотрительной парадигме, принятой в ядерной энергетике без внешнего давления¹⁶.

Для подкрепления этого тезиса в Части I статьи кратко представлены основные факты для каждой отрасли, включая данные по аварийности и описание самых последних аварий с катастрофическим последствием в каждой отрасли – взрыв на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* и авария с частичным расплавлением активной зоны реактора на TMI-2. В этой части демонстрируется, что крупные аварии на нефтяных платформах для глубоководного бурения случаются с большей частотой, чем на АЭС. В части II обсуждаются прямые и косвенные причины обеих аварий, раскрываются их примечательные сходства – в самом деле, общие причины, которые в определенной степени сделали обе аварии “неизбежными”¹⁷. В части III статьи

¹⁴ См. ниже сноску 376 и сопровождающий текст (обсуждение неготовности Комиссий по услугам населению в штатах Пенсильвания и Нью-Джерси отнести затраты по мерам очистки после аварии на TMI-2 на плечи потребителей).

¹⁵ Недавняя авария на АЭС Фукусима-1 в Японии, которой был нанесен серьезный ущерб вследствие землетрясения и цунами в марте 2011 г., возобновила эти опасения, в особенности с учетом того, конструкция энергоблоков этих АЭС сходна с конструкцией нескольких отечественных ядерных реакторов. См., например, Timothy Hurst, *Will Fukushima Pull a Vermont Nuclear Plant Off the Rails? (He приведет ли авария на АЭС Фукусима к закрытию АЭС в штате Вермонт?)*, Reuters, Mar. 31, 2011. Имеется на: <http://www.reuters.com/assets/printPAID=us156615525820110331> (Отметим, что японских энергоблоках “использовались те же самые реакторы на кипящей воде компании General Electric с защитной оболочкой реактора типа Mark-1 и наземные бассейны выдержки отработанного ядерного топлива, как на АЭС Vermont Yankee (Сданной в эксплуатацию в 1972 г.)”; *Court Requires Exelon, NRC to Review Licensing of Oyster Creek Plant*, Greenwire (Суд потребовал, чтобы NRC пересмотрела лицензию на эксплуатацию АЭС в Ойстер Крик (Mar. 22, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/2011/9> (“АЭС Ойстер Крик, подобно другим старым энергоблокам в США использует реактор той же самой конструкции Mark-1 компании General Electric, как и разрушенный реактор на АЭС Фукусима-1 в Японии”).

¹⁶ В самом деле, Президентская комиссия по проливу нефти предположила, что трансформация “культуры беспечности” ядерной промышленности в направлении крупных происходящих аварий оказалась “полезной аналогией” для нефтегазовой промышленности, так как последняя стремится к тому же самому. Commission Report, см. сноску 9, 235.

¹⁷ См. Russell Gold & Ben Casselman, *Far Offshore, a Rash of Close Calls (Потенциальная опасность на некотором расстоянии от берега)*, Wall St. J. Dec. 8, 2010, at A1 (в статье говорится, что прорыв на нефтяной скважине Макондо “должен был произойти неизбежно” – возможно, не в этот день и не на той нефтяной платформе, но авария такого масштаба была неизбежной; см. также John G. Kemeny, The President’s Comm’n on the Accident at TMI, Report on the Kemeny Commission Report on the Accident at

рассматривается каким образом аварии с катастрофическими последствиями воздействуют на способ, с помощью которого соответствующая отрасль промышленности оценивает вероятность другой аварии, и какие, если это имеет место, меры предосторожности они и соответствующие компетентные органы принимают, для того чтобы избежать повторения. В части IV статьи обсуждается, какой тип ущерба, который может стать результатом аварии в одной отрасли, будет по сравнению с ущербом в другой отрасли, какова важность экономических ограничений, и каким образом население будет воспринимать результаты влияния ущерба на решения в каждой отрасли по предотвращению риска.

В статье делаются выводы, что в то время как промышленность далека от совершенства, отрасль добычи нефти и природного газа в условиях глубоководного бурения может извлечь уроки из пагов, принимаемых в ядерной промышленности после аварии, в особенности из тех, которые связаны с жестким внутренним и внешним аудитом деятельности, из прозрачности в информировании общественности и внутренней реорганизации компании, при которой повышается ответственность за рискованные операции менеджмента компании, а эксплуатационная безопасность становится приоритетом компании¹⁸. В то время как имеются некоторые сомнения в отноше-

Three Mile Island 11 (Президентская комиссия по расследованию аварии на АЭС Три-Майл –Айленд под руководством Президента Дартмутского колледжа Джона Кемени, американского математика и специалиста по информатике, Отчет Комиссии Кемени) (1979) [далее Kemenu Commission Report], *имеется на: <http://www.threemileisland.org/downloads/188.pdf>* (делается вывод, “что в то время как основным фактором, который превратил этот инцидент в серьезную аварию, были неадекватные действия оператора, многие факторы внесли вклад в действия операторов, такие как недостаточное обучение, недостаточная четкость в их методах эксплуатации, отсутствие организационных структур, у которых можно было бы усвоить надлежащие уроки о прежних инцидентах и недостатки конструкции цита управления. Эти недостатки свойственны энергетической компании, поставщикам оборудования и федеральной комиссии, которая регулирует ядерную энергетику. Поэтому, будет ли ошибка оператора “объяснять” этот конкретный случай или нет, с учетом всех упомянутых факторов, мы пришли к выводу, что авария типа Три-Майл –Айленд была в конечном итоге неизбежной”.

¹⁸ См., Hope M. Babcock, *Corporate Environmental Social Responsibility: Corporate “Greenwashing” or a Corporate Culture Game Changer?* (Корпоративная экологическая социальная ответственность: “зеленая отмывка” компании или изменение правил игры в корпоративной культуре?), 21 Fordham Env’tl. L. Rev. 1, 59-68 (2010) (обсуждаются способы модернизации программ корпоративной социальной ответственности для повышения их эффективности). Некоторые недавние признаки повышения прозрачности промышленности и NRC стали очевидными из встреч персонала NRC с жителями, проводимыми в ответ на аварию на японской АЭС. См. Hannan Northey, *NRC Plans Meetings to Discuss Reactors in N.Y., S.C.* (NRC планирует встречи для обсуждения ядерных реакторов с жителями штатов Нью-Йорк и Южная Каролина) Greenwire (Mar. 21, 2011), <http://www.cenews.net/Greenwire/print/2011/03/21/16>. Однако не все полагают, что прогресс в этой области является достаточным. Например, на слушаниях в 2009 г. в подкомитете Сената США руководитель NRC Gregory B. Jaczko (Грегори Джечко) отметил необходимость для NRC повышать способность “доступно объяснять ... [когда] мы пытаемся донести сложную техническую информацию таким образом, чтобы ее поняло население, без необходимости иметь ... подготовку в ядерной энергетике или ядерной физике”. См., *A Hearing on Three Mile Island – Looking back on Thirty Years of Lessons Learned: Hearing Before the Subcomm. On Clean Air and Nuclear Safety of the S. Comm. On Env’t and Pub. Works* (Слушания об АЭС Три-Майл-Айленд – вспоминая о 30 годах извлеченных уроков: Слушания в подкомитете по чистому воздуху и ядерной безопасности Сенатского комитета по окружающей среде и общественным работам), 111th Cong. 14 (2009)

нии того, какие должны быть сделаны технологические усовершенствования в области глубоководной добычи нефти и природного газа после аварии *Deepwater Horizon*¹⁹, в этой статье рекомендуются изменения, которые влекут за собой то, как компании, занятые в рискованных операциях, могут улучшить свое поведение с точки зрения предотвращения аварий. Однако вследствие отсутствия устойчивого опасения населения о рисках, связанных с глубоководным бурением, которое могло бы вызвать общественное переосмысление роли этой отрасли, представляется маловероятным, что эта отрасль будет предпринимать такие шаги.

I. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ГЛУБОКОВОДНОМ БУРЕНИИ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Как глубоководное бурение, так и атомная энергетика занимают важнейшее место в удовлетворении потребностей страны в энергии²⁰, и для каждой отрасли характерно, что компании, занятые в деятельности в этих энергодобывающих отраслях, имеют эксплуатационный персонал, эксплуатирующий оборудование, которое подвергается значительным рискам. Неудивительно, в каждой отрасли происходят серьезные аварии, предотвращение и ликвидация которых становится все более сложной. В этой части статьи кратко рассматриваются эти две отрасли, учет соответствующих аварий, характерные аварии, которые составляют основу этой статьи, и последствия каждой из аварий для человека и окружающей среды.

A. Нефтегазовая промышленность

Со времени начала проведения федеральным правительством торгов на продажу прав на аренду участков нефтегазовых месторождений в Мексиканском заливе в 1954 г.²¹, под эгидой Закона о землях внешнего континен-

[далее Senate Three Mile Island Hearing] (заявление Грегори Джечко, бывшего председателя Комитета по ядерному регулированию, который также выражал недовольство в Конгрессе тем, что недавние изменения в процессе лицензирования уменьшили доступ общественности к информации и возможность доводить до сведения населения о невозможности для NRC принять рекомендации Комиссии Кемени о том, чтобы NRC создала Управление специального совета для представления общественности данных о слушаниях по лицензированию. Там же, 33 (заявление Peter A. Bradford [Питер Бредфорд], бывшего председателя NRC).

¹⁹ William J. Broad, *Taking Lessons from What Went Wrong* (Брать уроки из того, что было неправильно), N.Y. Times, July 20, 2010, at D1 (“The BP disaster, like countless others, will ultimately inspire technological advance”) (Авария с BP, как и бесконечное количество других аварий, в конечном итоге будет влиять на технологические достижения).

²⁰ Американцы потребляют 18,7 млн. баррелей нефтепродуктов в день “для поддержки экономики”. Commission Report, см. сноску 9, см. также Carl Hoffman, *Investigative Report: How to BP Oil Rig Blowout Happened*, Popular Mechanics, Sept. 2, 2010, <http://www.popularmechanics.com/science/energy/coal-oil-gas/how-the-bp-oil-rig-blowout-happened?page=all> (“Oil and gas leases are the federal government’s second largest source of revenue, after income taxes”); см. Ниже сноски 97-98 и сопровождающий текст (описание роли ядерной энергетики в удовлетворении энергетических потребностей страны).

²¹ Kim Harb, *The Legal and Policy Dilemma of Offshore Oil and Gas Development* (Правовая и политическая дилемма офшорной добычи нефти и природного газа), Nat. Resources & Env’t., Summer 2004, at 23, 24. Более подробное описание истории добычи нефти и природного газа в офшорной зоне, включая тенденцию в направлении глубоководного бурения, можно найти в Commission Report, см. сноску 9, 21-53.

тального шельфа²², было пробурено свыше 50 тыс. скважин²³. 4 тыс. этих скважин были пробурены на глубинах более тысячи футов (305 м), а 700 скважин – на глубине больше чем 5000 футов (1525 м)²⁴. В настоящее время более 70% всей офшорной добычи нефти и природного газа приходится на гигантские платформы глубоководного бурения²⁵.

Участки, сдаваемые в аренду для добычи нефти и природного газа в офшорной зоне, быстро возрастали как по количеству пробуренных скважин, так и территории добычи в ранние годы, с последующим значительным замедлением после появления открыто фонтанирующей скважины в месте расположения нефтяной платформы в канале Санта-Барбара²⁶ в 1969 г., а затем ограничения на добычу нефти были введены после аварии в Мексиканском заливе²⁷, где до настоящего времени эти ограничения и сконцентрированы²⁸. Министр внутренних дел США Джеймс Уатт (с 1981 по 1983 г.) пытался возобновить программу сдачи в аренду офшорных участков в 1980-е годы²⁹, но эти усилия вызвали негативную реакцию в штатах и в тех местах, где ранее такая программа не проводилась³⁰.

²² Закон о землях внешнего континентального шельфа, 43 U.S.C. §§ 1331-1356 (1953) (amended 1975, 1978, 1986, 1992, 1994 и 1995).

²³ Clifford Kraus & John M. Broder, *Spotlight Shifts to Shallow-Water Wells* (Привлекает внимание переход к месторождениям на небольших глубинах), N.Y. Times, Sept. 3, 2010, at B1.

²⁴ Там же.

²⁵ Там же. (“Хотя более 70% всей офшорной добычи нефти в настоящее время приходится не нефтяные платформы для глубоководного бурения в водах залива, ... в настоящее время 3333 платформы используются для бурения на глубинах менее 500 футов, по сравнению с 74 платформами для глубоководного бурения”).

²⁶ Часть Тихого океана, которая отделяет материковую часть штата Калифорния от северной части островов Ченнел с длиной около 130 км и шириной около 45 км, находящийся южнее города Санта-Барбара. В канале находится большое количество месторождений нефти.

²⁷ См. Harb, *сноска 21*, 24-25 (объясняется, что быстрый рост сдачи в аренду участков для офшорной добычи нефти прекратился после “значительного выброса с морской буровой установки, который стал причиной выброса 71 тыс. баррелей нефти с морской буровой платформы в канале Санта-Барбара, что привело к серьезному загрязнению береговой линии штата Калифорния, “результатом чего явилось немедленное аннулирование сдачи в аренду дополнительных участков для добычи на Тихоокеанском побережье в течение пяти лет, и произошла отсрочка некоторых намеченных продаж в аренду участков в районе Аляски и на Атлантическом побережье. В Конгрессе движущей силой этого протеста стало принятие нескольких новых законов за последние несколько лет, включая Закон о национальной экологической политике США и Закон о природоохранных мероприятиях в морской прибрежной зоне”).

²⁸ Ситуация может измениться, поскольку недавние усилия Администрации Обамы по расширению шельфового бурения, например, недавнее разрешение на загрязнение воздуха для компании Shell по операциям для буровых судов в районе Аляски. См., Dan Holding, *Shell Gets EPA Permit for Exploratory Drilling in Arctic*, Anchorage Daily News, Sept. 20, 2011, <http://www.adn.com/2011/09/19/2077026/shell-gets-epa-for-arctic.html>.

²⁹ Там же, 25 (объясняется, что Министр внутренних дел Уатт принял программы выдачи лицензий для большой площади, которая была успешно применена в Заливе и ко всему OCS в начале 1980-х годов).

³⁰ Там же, см. также Ben Lieberman, *Congressional Moratorium on Offshore Drilling in the Outer Continental Shelf Should Be Allowed to Expire*, The Heritage Found (Aug. 8, 2008), <http://www.heritage.org/research/reports/2008/08/congressional-moratorium-on-offshore-drilling-thwe-outer-continental-shelf-should-be-allowed-to-expire> (“Начиная с

Конгресс реагировал на это в виде дополнительных условий к ежегодным ассигнованиям, ограничивая участки OCS, которые можно сдавать в аренду, и моратория администрации Джорджа Буша-старшего в 1990 г.³¹. В настоящее время 85% OCS закрыто для добычи нефти и природного газа, исключив из потенциальной добычи 19,1 млрд. баррелей нефти, что эквивалентно 30 годам нынешнего импорта из Саудовской Аравии³². Эти ограниченные территории охватывают почти все Тихоокеанское и Атлантическое побережье США, а также восточную часть Мексиканского залива и Аляску³³. Шельфовое бурение в остальной части Залива, однако, продолжалось рекордными темпами после моратория 1990 г.³⁴ Этот рост деятельности в сфере бурения в районе Залива охватывал скважины, которые были технически более сложными и находились дальше от побережья, совпадал с бюджетом Службы управления минеральными ресурсами (MMS) Министерства внутренних дел, которому поручена выдача лицензий для аренды участков на континентальном шельфе в рамках добычи природного газа и нефти на OCS и регулирование деятельности на этих участках, которая достигла самой низкой точки³⁵.

Хотя 20 апреля 2010 г. внезапный выброс со скважины Макондо и последующий пожар на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* был до настоящего времени наихудшей аварией на платформах глубокого бурения с того времени, как федеральное правительство разрешило офшорное бурение, это не было первой аварией на такой буровой установке, имевшей катастрофическое воздействие на окружающую среду. Авария в канале Санта-Барбара 1969 г. продолжалась 11 дней, и в канал было выброшено от 80 до 100 тыс. баррелей нефти, что привело к гибели дикой фауны и покрытие побережья Калифорнии на расстоянии 30 миль нефтью³⁶. В 1970 г. скважи-

1982 г. Конгресс все более ограничивал территории бурения, каждый год с помощью Министерства внутренних дел”).

³¹ Harb, *см. сноску* 21, 25 (описывается использование дополнительных условий к ежегодным ассигнованиям для аннулирования больших территорий OCS от добычи, с последующим мораторием); *см. также* Lieberman, *сноска* 30. В 1990 г. Президент Джордж Буш-старший издал президентскую директиву, аннулирующую разведку и бурение в офшорной зоне. Эти ограничения Белого Дома совмещаются с ограничениями Конгресса. В 1998 г. Президент Клинтон расширил эти ограничения до 2012 г. Однако в ответ на быстрый рост цен на бензин. Президент Джордж Буш-младший аннулировал их в 2008 г. *Там же*.

³² Lieberman, *см. сноску* 30, (ссылка на недавние оценки Министерства внутренних дел); *см. также* Erica Werner, *Feds: Minimum Impact from Drilling Moratorium*, Businessweek (Sept. 16, 2010, 6:13 AM), <http://www.businessweek.com/ap/financialnews/D918URK81.htm> (“США потребовали более 7 млн. баррелей нефти в день в 2008 г.”).

³³ Harb, *сноска* 21, 23. Недавний мораторий после аварии *Deepwater Horizon* был отменен в октябре 2010 г. *См. обсуждение* в сноске 313.

³⁴ *См.* Staff Working Paper No. 21, *сноска* 8, 3 п.4 (сообщается, что “рекордное количество скважин было пробурено в 1997 г. “ вследствие отчасти относительно большего количества нефти, чем природного газа в глубинных месторождениях, что обеспечивало более высокий доход для операторов бурового оборудования, несмотря на более высокую себестоимость).

³⁵ *Там же*, 3.

³⁶ Commission Report, *см. сноску* 9, 28. По проницательности, открыто фонтанирующая скважина предотвратила гибель работающих людей, но плохая конструкция скважины давала возможность выброса нефти из “места прорыва вблизи поверхности ниже морского дна”. *Там же*. Перед фонтанированием Union Oil Company, владелец платформы, получил оговорку от Геологической службы США, в которой разреша-

на компании Chevron в Мексиканском заливе фонтанировала и стала причиной пожара, который причинил ущерб дикой природе и стал причиной судебного разбирательства на миллионы долл. от рыбаков штата Луизиана, занятых ловлей устриц и креветок³⁷; спустя месяцы последовал внезапный выброс в компании Shell, который стал причиной гибели четырех человек и телесных повреждений 37 человек³⁸. В 1979 г. IXTOC I, мексиканская поисково-разведочная скважина, на глубине две мили в заливе Кампече³⁹ (Campeche), на расстоянии 600 миль от штата Техас; в результате выброса имел место пролив 3,5 млн. баррелей нефти⁴⁰, который оказал воздействие на барьерный бар у побережья штата Техас⁴¹. Выброс нефти из этой скважины продолжался в течение десяти месяцев, что сделало его вторым самым крупным проливом нефти в истории⁴².

Фактически открыто фонтанирующие скважины в настоящее время не являются редкими событиями⁴³. С 1964 по 2001 г. в Мексиканском заливе внезапные выбросы происходили в среднем раз в 3,7 года⁴⁴. В общей слож-

лось установление крепление скважины обсадными трубами на меньшей глубине, чем требовалось. Там же.

³⁷ Там же, 29-30.

³⁸ Там же. После выброса в компании Shell “прошло 136 дней до введения контроля над работой 11 открыто фонтанирующих скважин, при затратах 30 млн. долл.”. Там же, 30.

³⁹ Залив у восточного берега Центральной Америки, южная часть Мексиканского залива. В заливе находится большой комплекс нефтяных месторождений Кантарел.

⁴⁰ Sedco 135F – IXTOC I, Oil Rig Disasters, http://home.versatel.nl/the_sims/rig/ixtocI.htm (last visited Nov. 2, 2011 (представлены данные об аварии на IXTOC I).

⁴¹ См. Gladwin Hill, *Ixtoc's Oil Has a Silver Lining* (Пролив нефти из поисково-разведочной скважины с серебряной прокладкой, т.е. с относительно быстрым восстановлением экосистемы после одного из крупнейших в мировой истории проливов нефти), AUDUBON, Nov. 1979, at 150, 154.

⁴² Incident News: IXTOC I, Nat'l Oceanic and Atmospheric Admin., <http://www.incidentnews.gov/incident/6250> (last visited Dec. 4, 2011); см. также Incident News, IXTOC I Well Blowout, Nat'l Oceanic and Atmospheric Admin. (Feb. 14, 2007), <http://www.incidentnews.gov/entry/517477> (“IXTOC I в настоящее время занимает 2-е место ... в перечне самых крупных проливов нефти за все времена, который уступает только преднамеренному выбросу нефти из многих различных источников в течение войны 1991 г. во время войны в Персидском заливе коалиции стран во главе в США против Ирака с января по март”). Другие серьезные аварии происходили в Северном море, в Атлантическом океане, в районе Ньюфаундленда, у северо-восточных берегов Северной Америки, и в Атлантическом океане у берегов Бразилии, где самая крупная в мире нефтяная платформа взорвалась и затонула, убив десять человек. Хотя эти аварии стали причиной незначительного ущерба окружающей среде, их результатом была гибель людей. См., например, *World's Largest Oil Rig Sinks* (Затонула самая большая в мире установка для бурения нефтяных скважин), Reuters, Mar. 20, 2001, имеется на: <http://www.commondreams.org/headlines01/0320-02.htm>.

⁴³ См. William Campbell, *Delving Into Deepwater – Before the Blow-Out* (Углубленное исследование пролива платформы Deepwater Horizon – перед проливом) in Maritime Accident Casebook (2009), имеется на <http://maritimeaccident.org/2010/07/delving-into-deepwater-before-the-blow-out> (Самые большие в мире проливы с 1955 г. и перед проливом в Мексиканском заливе с нефтяной платформы Deepwater Horizon в общей сложности включают 44 примечательных аварий, которые привели к гибели 79 человек, при значительных потерях активов и одна авария в 1979 г. с серьезным загрязнением окружающей среды. В этот период ... среднее время между крупными выбросами составляло 18 месяцев).

⁴⁴ См. Campbell сноска 43, (утверждается, что в течение 37 лет с 1964 по 2001 г. Мексиканский залив столкнулся с “10 крупными выбросами, что составляло 23% от общемирового показателя. Результатом явилась гибель 27 человек, или 34% от смертей по

ности в истории офшорного бурения в Мексиканском заливе произошло 66 крупных выбросов, ставшие причиной гибели 29 рабочих с 1979 г.⁴⁵ В период с 1964 по 2009 г. был “устойчивый поток” небольших проливов в результате открытого фонтанирования, аварий на трубопроводах и утечек нефтеналивных судов, которые стали причиной пролива 517847 баррелей нефти в Мексиканский залив, что стало причиной гибели тысяч птиц и загрязнения морского побережья в таких отдаленных местах как полуостров Юкатан^{46,47}. Если просуммировать, то в результате этих аварий произошел выброс двойного количества нефти в воды США, что из танкера *Exxon Valdez*, когда он столкнулся с рифом Блай в заливе принца Уэльского в 1989 г.⁴⁸ В свете этих данных заявления нефтяников о том, что показатели по безопасности являются образцовыми⁴⁹, представляются “вводящими в заблуждение”⁵⁰.

этой причине во всем мире. Одна авария, с крупным выбросом с полупогружной платформой Sedco 135F, стала причиной загрязнения залива вследствие выброса до 480 тыс. т нефти”. По сравнению с этими данными, работы в офшорной зоне Великобритании в Северном море привели только к двум крупным выбросам. Там же.

⁴⁵ Gavathri Vaidyanathan, *Offshore Drilling: Gulf Blowouts the Norm for Decades Due to Lax Regulation* (Офшорное бурение: открытые выбросы нефти в Мексиканском заливе – норма на протяжении десятилетий вследствие слабого регулирования), *Greenwire* (July 20, 2010), <http://www.cenews.net/Greenwire/print/2010/07/20/6> (“За период ведения регистрации 66 раз происходили выбросы султанов газа из-под земли в Мексиканском заливе, которые стали причиной гибели 29 бурильщиков и вызвали многочисленные требования федеральных органов о проведении расследований и усовершенствовании технологий. Все они остались незамеченными отраслью ...”); см. также *Commission Report*, сноска 9, 8 (“С 2001 г. число работающих в Мексиканском заливе составило 35000 человек, которые обслуживали 90 крупных буровых установок и 3500 эксплуатационных платформ, которые получили 1550 телесных повреждений, 60 человек погибло, и произошло 948 пожаров и взрывов”).

⁴⁶ Полуостров в Центральной Америке, отделяющий Мексиканский залив от Карибского моря. Северную часть полуострова занимают мексиканские штаты Юкатан, Кампече и Кинтана-Роо. На юге полуострова находятся государства Гватемала и Белиз.

⁴⁷ Steven Mufson, *Federal Records Show Steady stream of Oil Spills in Gulf Since 1964*, *Wash. Post*, July 24, 2010, http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/07/23/AR2010072305603.htm?hpid=hp_hp-top-table-main_oil-spills:homepage_leadline.

⁴⁸ Там же. (отметим, кроме того, что федеральные данные “представляют иную историю” по сравнению с той, что рассказал нынешний министр внутренних дел Ken Salazar (Кен Салазар), согласно которому “история борьбы за безопасность” в Заливе дала “эмпирические основы” политики США).

⁴⁹ Там же (дается ссылка на президента Американского института нефти Jack Gerard (Джек Герард), который сказал: “Нефтяники пробурили 42000 скважин в Мексиканском заливе, и что такая авария случилась в первый раз” и далее добавил, что “пролив нефти BP является самым крупным из всех когда-либо случившихся, но данные MMS свидетельствуют о более сложной истории. Качество работ улучшилось, но по сравнению с плохим исходным состоянием”). Кроме того, ситуация, по-видимому, ухудшилась в годы, которые непосредственно предшествовали прорыву нефтяной скважины Макондо. Согласно данным, собранным в мире, после ряда лет, демонстрировавших улучшения, показатели безопасности отрасли глубоководного бурения внезапно ухудшились с 2008 по 2010 г. См. Russell Gold & Ben Casselman, *Far Offshore, a Risk of Close Calls* (Дальше от берега потенциальная опасность выше), *Wall St. J.*, Dec. 8, 2010, <http://online.wsj.com/article/SB1000114249527448703989004565652714091006550.html> (отметим, что в части США, относящейся к Мексиканскому заливу, в 2009 г. было “28 крупных проливов, связанных с бурением, выбросами природного газа или авариями, в которых рабочие теряли контроль над работой скважины ... с ухудшением на 4% по отношению к 2008 г., на 56% - по отношению к 2007 г. и почти на две тре-

Даже без возникновения аварий такого же масштаба, которые упоминались выше, воздействие на окружающую среду добычи нефти и природного газа на ОCS является довольно значительным, для того чтобы вызвать обеспокоенность населения. “В США имеется свыше 5600 буровых платформ для добычи нефти и природного газа и свыше 27000 миль трубопроводов в регионах, примыкающих к Мексиканскому заливу и уже открытых для бурения”, которые являются причиной постоянного разрушения сред обитания на больших глубинах⁵¹, и является основным источником выбросов в воздух загрязняющих веществ в районе Залива⁵². Каждый год в результате работ, связанных с бурением в США, в “океан в среднем попадает 880000 галлонов нефти⁵³”. Это количество может резко возрасти в годы значительной активности ураганов, например, в 2005 г. “ураганы привели, по крайней мере, к 124 различным проливам, что привело в общей сложности к выбросу 17700 баррелей (743000 галлонов) нефтепродуктов⁵⁴”. В до-

ти по отношению к 2006 г.”). Существует много возможных причин для этого снижения показателей безопасности, включая проблемы поиска и сохранения достаточно опытных рабочих, трудности поиска баланса между “приоритетами безопасности с потребностями прибыли” и “случайными оплошностями перед лицом слабого регулирования”. Там же.

⁵⁰ Campbell, см. сноску 43 (ссылка на утверждение промышленности, что “открытые выбросы могут снизиться при принятии решения о бурении в глубоководных формациях, поскольку там выбросы бывают реже”), Campbell также обсуждает, что считает допустимым уровень риска при офшорном бурении в Соединенном Королевстве: “1 раз 100 или 1 раз в 1000 лет будет авария с серьезными последствиями”, “большая разница” по сравнению со средней частотой открытого выброса раз в 3,7 года, как наблюдалось в Мексиканском заливе с 1964 по 2001 г., или даже раз в 4,2 года с учетом аварии *Deepwater Horizon*. Там же. Одним объяснением для такого кажущегося снижения частоты аварий могут быть успешные усилия промышленности по ослаблению требованиям к отчетности об инцидентах. См. Staff Working Paper No. 21, см. сноску 8. 5-7 (описываются эти усилия и то, как при офшорной добыче нефти и природного газа ссылаются на ограниченные добровольно сообщаемые данные как доказательство того, что “частота инцидентов значительно снизилась с 1996 г.” вследствие того, что “операторы сосредоточились на проблемах безопасности и защиты окружающей среды”).

⁵¹ *Outer Continental Shelf Drilling* (Бурение на внешнем континентальном шельфе), Defenders of Wildlife, http://www.defenders.org/resources/publications/policy_and_legislation/_im_pacts_of_outer_continental_shelf_drilling.pdf (Last visited Nov. 2, 2011), at 1.

⁵² См. там же. (“На деятельность по добыче нефти и природного газа приходится преобладающая доля выбросов загрязняющих веществ: 89% монооксида углерода, 77% оксидов азота, 72% летучих органических соединений, 69% твердых частиц и 66% диоксида серы”). Более 200000 птиц погибает ежегодно в результате столкновения с этими платформами, а морские млекопитающие и морские черепахи могут сталкиваться со вспомогательными судами. См. там же, 2. Кроме того, наземные трубопроводы могут “причинять ущерб чувствительным прибрежным средам обитания и болотам”. Там же.

⁵³ Там же, 1. Нефть является очень токсичной для болотных травянистых растений, подводной растительности, птиц, земных и морских млекопитающих, рыбы и микроскопических сообществ, являющихся основой морских трофических цепей. Там же. Нефть может также причинять вред тканям глаз, рта, кожи и легких морских млекопитающих. Там же, 2.

⁵⁴ Там же, см. так же Oliver A. Houck, *Worst Case and the Deepwater Horizon Blowout: There Ought To Be a Law* (Наихудший случай и авария на нефтяной платформе Deepwater Horizon: должен быть Закон), 40 *Envtl. L. Rep. News & Analysis* 11033, 11037 (2010) (отмечается, что ураганы Катрина и Рита привели к проливу приблизительно 11 млн. галлонов нефти в Заливе).

полнение к проливам нефти, буровой шлам, который загрязнен “буровым агентом, используемым для смазки и регулирования давления при операциях бурения”, содержит токсичные нефтепродукты и тяжелые металлы, которые сбрасываются в океан⁵⁵. Океанское течение может переносить загрязненные донные осадки на значительные расстояния от буровых платформ, уменьшая популяции мелких представителей донной морской жизни, которые играют решающую роль в морской трофической цепи и “в биологическом накоплении токсичных загрязняющих веществ в рыбе, которую мы едим⁵⁶”.

Кроме того, шум, образующийся при сейсморазведке, проводимой в течение разведки месторождений нефти и природного газа, может наносить постоянный вред органам слуха морских млекопитающих, приводя к изменению их поведения, и может даже причинить им физический вред⁵⁷. Строительный шум от бурового оборудования и трубопроводов может нарушить поведение при добыче корма и поведение при общении птиц и морских млекопитающих⁵⁸. Шум, столкновения и дноуглубительные работы в местах гнездовий на морском побережье в связи с прокладкой трубопроводов являются причинами постоянной опасности для жизнеспособности морских черепах⁵⁹. Кажущееся безразличие общественности ко всем этим воздействиям может быть связано с тем фактом, что население в основном не знает о том, что происходит.

1. Авария нефтяной платформы *Deepwater Horizon* и прорыв нефтяной скважины Макондо

Этот пролив нефти относится к самой худшей экологической катастрофой, с которой когда-либо сталкивалась Америка. И в отличие от землетрясения или урагана, это не единичное событие, которое наносит ущерб в течение минут или дней. Миллионы галлонов нефти, которые вылились в Мексиканский залив, больше похожи на эпидемию, с которой нам приходится бороться на протяжении многих месяцев и даже лет⁶⁰.

Скважина Макондо была первой скважиной, которую компания British Petroleum (BP)⁶¹ начала бурить на лицензионной площадке Mississippi Canyon Block 252 – участке площадью в 9 кв. миль в Мексиканском заливе⁶². У

⁵⁵ Defenders of Wildlife, *см. сноску 51, 1*.

⁵⁶ Там же.

⁵⁷ Там же.

⁵⁸ Там же.

⁵⁹ Только что родившиеся морские черепахи даже более уязвимы к пропитке маслом, чем взрослые черепахи вследствие того, что они плавают вблизи поверхности воды, где происходит накопление пролитой нефти и смолистых шариков. Там же.

⁶⁰ Президент Барак Обама, Обращение Президента к стране в связи с проливом нефти BP (15 июня 2010 г.), *имеется на: www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-national-bp-oil-spill*.

⁶¹ В 2010 г. компания BP добывала более 4 млн. баррелей нефти в день в тридцати странах. Commission Report, *сноска 9, 2*.

⁶² Буровая платформа *Deepwater Horizon*, контракт на обслуживание которой заключила BP, находилась под контролем компании со времени первой проводки в 2001 г., стоила 350 млн. долл. Там же. Компания BP заплатила немного более 34 млн. долл. Министерству внутренних дел США за “исключительную лицензию” по бурению на лицензионной площадке Mississippi Canyon Block 252. Там же, 89. За семь месяцев до аварии с платформы проводилось бурение скважины на глубине 35055 футов (10,5 км), самой глубокой скважины в мире. Hoffman, *сноска 20, 3*. Платформа в действительности была второй трансокеанской платформой, работавшей на месторождении Макондо; на первой платформе бурение началось в октябре 2009 г., и бы-

компания было мало информации о геологических особенностях арендованного блока, и планировалось бурить скважину до глубины 20 тыс. футов, чтобы получить больше информации⁶³. Были такие оптимистичные ожидания, что результаты этих усилий по разведке указанной опытно-промысловой скважины дадут возможность компании получить большую прибыль⁶⁴. Вместо этого, немного больше чем через два года в результате прорыва скважины BP оказалась в ситуации, когда она вынуждена платить десятки млрд. долл. за сдерживание и снижение последствий ущерба от пролитой нефти и в виде компенсации тысячам физических лиц и предприятий, которые пострадали от этого⁶⁵.

Скважина Макондо вышла из строя “сложным образом” частично вследствие того, что бурение поисково-разведочной скважины на большой глубине является “сложной операцией”⁶⁶. Хотя не имеется единственной причины аварии *Deepwater Horizon*⁶⁷, или как высказывается колунист газеты *Washington Post*, не имеется “бесспорного доказательства”, поскольку “было слишком много причин”⁶⁸ – непосредственной причиной прорыва скважины была невозможность поддерживать давление углеводородов в скважине⁶⁹. Непосредственно перед прорывом скважины вышла из строя цементная пробка на дне скважины, что дало возможность истечения газа и повышения давления в трубе выше противовыбросового значения, в связи с чем стало невозможно отключить скважину⁷⁰. Это несрабатывание, является

ла достигнута глубина бурения 9090 футов перед тем, как платформа ушла с участка, чтобы избежать урагана Ида, который, тем не менее, привел к значительному повреждению платформы, и вместо нее была вызвана нефтяная платформа *Deepwater Horizon*. Commission Report, см. сноску 9, 92.

⁶³ Commission Report, см. сноску 9, 89. Во время аварии в месторождении Макондо проводили бурение на глубине 5000 футов в водах Залива, а затем на глубине 13000 футов под дном моря, до коллектора углеводородов. Там же.

⁶⁴ Там же, 89.

⁶⁵ Там же, 89-90.

⁶⁶ См. Joel Achenbach & David Hilzenrath, *As Federal Panel Probes Oil Spill, Picture Emerges of a Series of Iffy Decisions* (Техническая группа специалистов Федерального правительства по анализу причин пролива нефти полагает, что в основе аварии лежит серия неверных решений), Wash. Post, July 25, 2010, at A1, имеется на http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/07/24/AR2010072402594_2.html?hpid=topnews&sid=ST2010072305432 (“Становится все более ясно, что сложная операция бурения поисково-разведочной скважины на большой глубине в Мексиканском заливе завершилась неудачно сложным образом”).

⁶⁷ Но см. Commission Report, сноска 9, vii (“Непосредственные причины прорыва скважины Макондо можно проследить с помощью серии идентифицированных оплошностей, сделанных BP, Halliburton (компания, оказывающая сервисные услуги в нефте- и газодобывающей отрасли) и Transocean (швейцарская компания, крупнейший подрядчик офшорного бурения), когда были выявлены такие систематические ошибки в управлении риском, которые ставят под сомнение культуру безопасности всей промышленности”); Staff Working Paper No. 21, см. сноску 6, 10 (“Слабости регулирования и в сборе данных, по-видимому, стали причиной ухудшения культуры безопасности в Заливе”).

⁶⁸ Achenbach & Hilzenrath, сноска 66.

⁶⁹ Commission Report, см. сноску 9, 115.

⁷⁰ Senator Bob Graham & William K. Reilly, Nat'l Comm'n on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, Chief Counsel's Report, Macondo: The Gulf Oil Disaster 95 (2011) [далее Chief Counsel's Report] (“Не вызывает сомнения, что основной цемент в скважине Макондо не смог изолировать углеводороды в формации от ствола скважины, т.е. не была обеспечена разобщенность пластов. Если цемент уложен надлежащим образом в назначенном месте, он должен предотвратить истечение уг-

следствием ненадежной конструкции скважины и серии упущенных возможностей и ошибок, которые побудили цепь событий, кульминацией которых стало то, что газ и буровой раствор достигли палубы нефтяной платформы⁷¹. К этому времени было слишком поздно приводить в действие плашки превентора, который должен был бы закрыть скважину, или перенаправить поступающий глинистый раствор и газ в сторону от платформы⁷². Любой из этих шагов мог бы снизить риск воспламенения поднимающегося газа⁷³. Вместо этого газ, вырывавшийся из верхней части скважины, воспламенился и произошла серия взрывов, которые вызвали сильный пожар. Платформа была разрушена и затонула, а одиннадцать членов команды погибли⁷⁴.

Авария *Deepwater Horizon* длилась 152 дня, и в результате было пролито пять млн. баррелей нефти в Залив пред тем, как скважина была в конце концов забита в сентябре, через два месяца после того, как ВР заглушила скважину⁷⁵. Нефть разлилась до восточной части Залива и Пенсаколы⁷⁶, штат Флорида (а также до других территорий на западном побережье штата Флорида), а случайные смоляные шарики заплывали даже до западного побережья штата Техас⁷⁷. Пролив оказал немедленное опустошительное воздействие на морскую окружающую среду: служба экстренной помощи диким животным собрала 8183 пропитанных нефтью птиц, 1144 морских черепах, находящихся под угрозой уничтожения и 109 морских млекопитающих⁷⁸. Некоторые из этих животных погибли⁷⁹, а у других, вероятно,

леводородов из продуктивного горизонта в скважину. Цемент должен быть отдельным барьером, который должен предотвратить прорыв скважины даже при отсутствии любых других барьеров (таких как плошки противовыбросового превентора [рабочий элемент комплекта противовыбросового оборудования, устанавливаемый на устье скважины; основная его функция – герметизация устья скважины в чрезвычайных ситуациях], бурового раствора для глушения и цементные пробки⁸⁰).

⁷¹ См. в основном Commission Report, *сноска 9*, 89-122 (описывается цепь событий, приведших к аварии).

⁷² *Там же*, 121. В Докладе Комиссии оценивается, что взрыв произошел через 6-8 минут после того, как буровой раствор начал проливаться на буровую площадку. *Там же*, 122.

⁷³ *Там же*, 121.

⁷⁴ Хронологическое описание аварии и событий, которые происходили на платформе, можно найти *там же*, 1-19.

⁷⁵ Подробное описание различных попыток “заглушить” скважину и прекратить постоянный поток нефти можно найти *там же*, 169. В конечном итоге скважина была заглушена 19 сентября 2010 г., через пять месяцев после того, как произошел взрыв, и через два месяца после того, как компания забила скважину, прекратив поток нефти и газа в Залив. См. *там же* (обсуждается перекрытие и закупоривание скважины). Нефть действительно прекратила вытекать из скважины в середине июля. *Там же*; см. также Henry Fountain, *Once Well Is Fully Sealed, BP May Go Back for More*, N.Y. Times, Sept. 19, 2010, <http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=940CEFDA143CF93AA2575AC0A9669D8B63> (отмечается, что после закрытия клапанов на новой крышке в верхней части скважины в середине июля, нефть перестала вытекать в Залив).

⁷⁶ Пенсакола – портовый город, административный центр округа Эксамбия, самого западного в штате Флорида, с населением 437 тыс. жителей (2005 г.).

⁷⁷ Commission Report, см. *сноску 9*, 177 (описывается распространение разлива нефти).

⁷⁸ *Там же*, 181.

⁷⁹ Например, 100 из 109 собранных морских млекопитающих погибли, большая часть которых были дельфины-афалины. Свыше 600 из 1144 собранных морских черепах так же погибли. *Там же*.

продолжительность жизни сократится⁸⁰. Места гнездовых для птиц⁸¹ и морских черепах⁸² были, вероятно, уничтожены, как и источники пищи для многих подверженных воздействию видов⁸³ а долговременные воздействия

⁸⁰ Там же. Среди 60% подтвержденных данных тремя “наиболее пострадавшими” видами птиц были американский бурый пеликан, северных олуш и смеющихся чаек. Там же. Должны быть также “сублетальные факторы” воздействия нефти “на будущие популяции”. Там же, но см. Leslie Kaufman & Sheila Dwan, *Oiled Gulf May Defy Direst Predictions* (Страшные предсказания о пропитанном нефтью Заливе не сбываются), N.Y. Times, Sept. 14, 2010, at D1 (сообщается, что вред от нефти дикой природе и среде обитания в Заливе будет намного меньше, чем предсказывалось, и меньше, чем он был от пролива *Exxon Valdez*, но отмечается, что многие из этих данных спорные); *Gulf Spill Compensation Administrator's Report Predicts Quick Recovery for the Gulf* (В докладе Администратора о компенсации за пролив нефти в Заливе предсказывается быстрое восстановление), Greenwire (Feb. 2, 2011), <http://www.greenwire.net/Greenwire/2011/02/02/archive/20> (предсказывается, что Залив должен быть в основном восстановлен от воздействий пролива нефти к 2012 г., включая ловлю голубого краба, креветок, устриц и пелагических рыб, хотя для некоторых устричных банок “может потребоваться от 6 до 10 лет до восстановления”, и должно быть меньше рыбы, креветок и крабов в некоторых местах Залива).

⁸¹ *Audubon Scientists Find Gulf Birds and Oil Too Close for Comfort* (Экологическое Одюбовское общество считает, что благоприятные условия для птиц в Заливе невозможны из-за нефти), Bird Life Int'l, <http://www.birdlife.org/community/2010/10/audubon-scientists-find-gulf-birds-and-oil-too-close-for-comfort> (last visited Nov. 2, 2011; Alisa Opar, *Oil Spill Update: First Oiled Birds Released Today, Containment Setback, Media Copters Disturb Nesting Birds* (Обновленные данные о проливе: первые птицы очищены от нефти сегодня, восстановление задерживается, полеты вертолетов мешают местам гнездовий). Audubon Magazine Blog (May10, 2010), <http://magblog.org/oil-spill-update-first-oiled-birds-released-today-containment-setback-media-copters-disturb-nesting> (“На прошлой неделе очистились от нефти берега островов Шанделор. Необитаемые острова в штате Луизиана являются частью Бретонского национального заповедника и важным местом гнездования и кормления для многих видов птиц”).

⁸² Nat'l Marine Fisheries Servs., Summary Totals (2011), *имеется на* http://www.nmfs.noaa.gov/pr/pdfs/oilspill/species_data.pdf; The Encyclopedia of Earth, *См. Turtles and the Deepwater Horizon Oil Spill* (Черепахи и пролив нефти на платформе Deepwater Horizon), http://www.cocearth.org/article/Sea_turtles_and_the_Deepwater_Horizon_oil_spill (last visited Nov. 2, 2011).

⁸³ “Прорыв скважины Макондо оказал воздействие на среды обитания на расстоянии свыше 650 миль в районе побережья Мексиканского залива, включая соляные марши, илстые наносы, мангровые заросли и песчаные берега”, а “хрупкие экосистемы устьев рек в штате Луизиана” пострадали “наиболее сильно”. Commission Report, *см. сноску 9*, 176-77 (описывается экологическая важность этих территорий для различных видов); *см. также* Lynne Corn & Claudia Copeland, Cong. Research Serv., *The Deepwater Horizon Oil Spill, Coastal Wetlands, and Wildlife Impacts and Restoration* 13 (2010) (“Перечень видов, которые, вероятно, будут иметь непосредственное воздействие в виде повышения смертности или косвенных воздействий от потери кормов, мест гнездовий и т.п., включают многие хорошо известные виды: желтоногий зуёк, малая крачка, пять видов морских черепах, осторылый крокодил, три вида китов, морские коровы и три вида осётров”); Melanie Driscoll, *Effects of Deepwater Horizon BP Oil Spill Still Visible One Year Later* (Воздействия пролива нефти с нефтяной платформы Deepwater Horizon все еще очевидны спустя год после аварии) Commission Report), Audubon Magazine Blog (Apr. 13, 2011), <http://magblog.audubon.org/effects-deepwater-horizon-bp-oil-spill-still-visible-one-year-later> (“Это должно быть в конце 2011 г. Поскольку имеется толстый слой нефти в некоторых болотах, а смоляные парики разносятся малыми волнами на многие мили вдоль побережий. А по мере роста температуры нефть в системе размягчается, разжижается, просачивается, вскипает в загрязненных песках и почвах в центральной части Залива. Так как нефть разжижается, она будет снова покрывать перья птиц, но немного, так что они смогут летать, рыбу, клювы,

на устриц (“ключевые виды”⁸⁴), голубых крабов и других моллюсков и ракообразных, а также на их личинки еще следует определить⁸⁵. Несколько крупных видов устьевых рыб, включая широкое разнообразие акул, рыб для спортивной ловли, таких как меч-рыба, марлин и тунец и много важных видов для Залива, такие как красный луциан, морской окунь, темный горбыль и морской карась (рыба-дельфин) могут оказаться под воздействием пролива⁸⁶. Пролив также воздействовал приблизительно на 40% офшорных вод, которые используют личинки устьевых видов в северной части Залива⁸⁷, и мог оказывать воздействие на 20% личинок голубого тунца в 2010 г., “подвергая еще большему риску уже и без того истощенные виды”⁸⁸.

Многие болотистые местности и побережья остаются пропитанными нефтью долгое время после того, как скважина была заглушена⁸⁹. Спустя почти восемь месяцев после пролива осадок нефти толщиной в 1 см все еще покрывал большие территории глубоководного морского дна вблизи прорыва, продолжая убивать донные сообщества типа червей⁹⁰. Хотя реаль-

которыми птицы чистят перья, высиженные яйца. Эти пропитанные нефтью птицы будут проглатывать некоторое количество нефти, в которой все еще будут содержаться вредные химические вещества. Они все еще будут находиться в стрессовых условиях из-за попыток очистить и защитить от воды свои запачканные перья. Некоторые из них все еще будут доносить нефть до своих гнезд, пачкать яйца и гнездовья, возможно, вызывая замедление роста, дефекты роста или даже смерть среди чувствительных птенцов. Некоторые птицы могут не найти достаточного количества корма для выживания своих птенцов, если большое количество беспозвоночных, рыб или ракообразных погибнет или покинут загрязненные воды”).

⁸⁴ “Ключевые виды” – “организмы, которые оказывают несоразмерное влияние на свою среду обитания и сообщество”. Commission Report, см. сноску 9, 178.

⁸⁵ Там же, 178-80.

⁸⁶ Там же, 178. Многие из этих видов были отмечены приборами слежения, так что ученые могут выяснить, как пролив нефти может воздействовать на них. Там же, 180-81.

⁸⁷ Там же, 178.

⁸⁸ Там же, 181.

⁸⁹ См. Mark Schlieffstein, *BP Reneges on Deal to Rebuild Oyster Beds, Repair Wetlands, Louisiana Official Says* (Официальные представители штата Луизиана сообщают, что компания BP нарушила условия контракта по восстановлению устричных банок и болотистых местностей), New-Orleans Times, Feb. 21, 2011, http://www.nola.com/news/gulf-oil-spill/index.ssf/2011/02/bp_reneges_on_deal_to_rebuild.html [далее Schlieffstein, *BP Reneges on Deal*] (сообщается, что “новые смоляные шарики” были смыты на популярном прибрежном пляже Луизианы в Заливе, а в приповерхностных пробах песка с пляжей были выявлены канцерогенные вещества, включая бензол, ксилол и толуол). Битумное покрытие в прибрежной ниже-приливной зоне многократно “коагулировало”, становясь источником новой поставки нефти. Там же. Подрядные организации по очистке и официальные лица по окружающей среде и природным ресурсам сообщали, что “все еще много нефти находится в болотах, куда ее занесло высоким приливом”, и “опасность для прибрежных пляжей и болот все еще серьезная и нефть все еще находится там”. Там же. См. также Mark Schlieffstein, *Gulf of Mexico Oil Spill Continues to Foul 168 Miles of Louisiana Coastline* (Пролив нефти в Мексиканском заливе продолжает свою грязную работу на расстоянии 168 миль от линии и побережья штата Луизиана), New Orleans Times-Picayune, Dec. 30, 2010, http://www.nola.com/news/gulf-oil-spill/index.ssf/2010/12/gulf_of_mexico_oil_spill_conti.html.

⁹⁰ *Oil Stains Seabed Deep Underneath Gulf of Mexico* (Нефтяные пятна на участках глубоководного морского дна в Мексиканском заливе), Greenwire (Dec. 9, 2010), <http://www.ecenews.net/Greenwire/print/2010/12/09/18> (“Ученые сообщили об осадке толщиной 1 см на дне глубоководных участков, подозревая, что это нефть ... [и] морские животные, такие как черви, которые ползают по дну, по-видимому, погибли”); см. также Commission Report, сноска 9, 182 (сообщают, что были “неподтвержденные отчеты” об

ное количество нефти, которое оставалось в воде, было предметом споров в дни после аварии⁹¹, не было споров о “подводном шлейфе углеводородов” вблизи пролива, который Президентская комиссия по расследованию причин разлива определила в “35 км длиной, 200 км высотой и 2 км шириной, на глубине приблизительно 1100 м⁹²”. Выделение с проливом токсичных химических веществ и использование химических диспергантов на участке расположения скважины может оказывать негативное воздействие на экосистему глубоководного моря⁹³. Капли нефти оставались в слое воды, а нефтяные пятна можно было наблюдать на дне моря даже в августе 2011 г., хотя в Заливе можно было увидеть мало свидетельств разлива на поверхности в районе Залива, а морское побережье выглядело чистым⁹⁴.

Закрывшие обширных территорий Мексиканского залива для рыболовства, продолжающаяся неясность в отношении безопасности рыбы, моллюсков и ракообразных, от которых в значительной степени зависит⁹⁵ опус-

отложения нефти на дне океана вблизи Макондо, а также “недавние сообщения о мертвых или погибающих глубоководных кораллах”); Staff Working Paper No. 3, *сноска* 6, 29 (отмечается отсутствие данных о «систематическом снижении концентрации кислорода» свидетельствует о том, что “быстрый биохимический распад может не происходить”). В исследовании в июне 2010 г. выявлены “подознанные султаны газа вблизи скважины Макондо, которые содержали высокие концентрации природного газа”, который, по-видимому, быстрее подвергается биохимическому распаду, чем нефтяной шлейф. *Там же*, 26.

⁹¹ См. Staff Working Paper No. 3, *сноска* 3, 4, 17-21 (делается вывод, что начальные утверждения федерального правительства, отраженные в Нефтяном бюджете Агентства по охране окружающей среды (EPA) и Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (NOAA), о том, что три четверти пролитой нефти по существу “рассеялись”, создали впечатление, вводящее в заблуждение.

⁹² *Там же*, 29.

⁹³ Неизвестно, как быстро рассеиваются токсичные химические вещества типа полициклических ароматических углеводородов (ПАХs), которые могут приводить к гибели животных. Группа исследователей из Университета штата Орегон “сообщила о том, что концентрация ПАХs в регионе была в 40 раз выше, чем до разлива в сентябре”. *Toxic Chemicals Found in Deep Water After Spill* (Токсичные химические вещества, обнаруженные в глубоководном море после разлива), Greenwire (Nov. 3, 2010), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2010/11/03/22>. В мае 2010 г. ПАХs были обнаружены на глубинах 3300 футов и в 8 милях от аварийной скважины. *Там же*.

⁹⁴ См. *Oil Stains Seabed Underneath Gulf of Mexico*, *сноска* 90 (утверждается, что в то время как “точное количество нефти остается неизвестным ... пятна распространились на несколько тысяч квадратных миль по дну моря”); см. также Susanne Pagano, *Georgia Study Contradicts Federal Estimates of Oil Remaining from BP Spill in Gulf* (Исследования университета штата Джорджия идут вразрез с оценками Федерального правительства о количестве нефти, оставшейся после пролива BP в Заливе), 41 *Env't Rep.* 1869, 1894 (2010) (“До 79% нефти, выброшенной в Мексиканском заливе вследствие аварии Deepwater Horizon, не было собрано и остается угрозой для экосистемы, как сообщают исследователи в университете штата Джорджия и участники программы субсидий на океанографические исследования в сообщении от 17 августа”).

⁹⁵ Commission Report, *сноска* 9, 186 (описывается Залив как “важнейшая часть нашего океанического бассейна”, на которую приходится более трети потребляемых страной морепродуктов, “включая большую часть креветок, лангустов, голубых крабов и устриц”, “треть всей отечественной нефти” и в котором имеется “четыре из семи ведущих торговых портов по тоннажу”, в то время как северная часть бассейна представляет “разнообразные рыбопитомники и места кормёжки в форме обширных болот, мангровых зарослей, заболоченных лесов и растительного слоя морского дна, а также является местом самых лучших пляжей и водных объектов в США для рекреации и туризма”).

тошенная экономика региона⁹⁶. Ожидается, что большими будут социальные и психологические потери для семей, в особенности детей, которые только недавно припили в себя после ураганов Катрина и Рита^{97, 98}. Особенно тяжелые потери понесли племенные сообщества и группы иммигрантов, существование которых полностью зависит от рыболовства⁹⁹.

Величина долговременного ущерба для популяций диких животных, в особенности для видов, находящихся под угрозой уничтожения, и адсорбционной способности экосистем Залива к восстановлению неизвестна¹⁰⁰, как неизвестны возможности восстановления сообществ прибрежных зон Залива и экономического восстановления¹⁰¹. Что известно, однако, это то,

⁹⁶ См. там же, 187-88 (утверждается, что закрытие 32000 кв. миль Залива для рыболовства приводит к большой неопределенности в отношении безопасности рыбных запасов в Заливе и риска для здоровья населения, потребляющего их, а также воздействия пролива на население и его воздействия на морские виды, вызывающее “подрыв репутации” для “морепродуктов Залива как безопасного бренда”). Пролит оказал тяжелое воздействие на прибрежную территорию Залива, которое оценивается в 19,7 млрд. долл. в год для туристической индустрии, даже в незагрязненных районах. Там же, 191.

⁹⁷ Ураган “Катрина” – самый разрушительный ураган в истории США. Это был ураган 5 категории по шкале ураганов Саффира-Симпсона, шестой по силе ураган Атлантического бассейна за всю историю наблюдений. Произошел в конце августа 2005 г. Наиболее тяжелый ущерб был причинен г. Новому Орлеану, где под водой оказалось около 80% площади города. В результате урагана погибло 1836 жителей, а экономический ущерб составил 125 млрд. долл. (оценка 2007 г.). Ураган “Рита” – один из наиболее интенсивных ураганов в истории США и самый мощный тропический циклон, наблюдавшийся в Мексиканском заливе. Максимальной интенсивности ураган достиг 21 сентября 2005 г. Число жертв урагана составило 120 человек, из которых 113 проживали в штате Техас. Общий ущерб составил 10 млрд. долл.

⁹⁸ См. там же, 191-93. Обследования жителей, проживающих в районе Залива, показали, что у 25% произошел рост медицински диагностируемой депрессии и выявились серьезные отклонения в призывах к домашнему насилию, судя по данным “горячей линии”, после взрыва нефтяной платформы. Там же, 193.

⁹⁹ См. там же, 193-94.

¹⁰⁰ Министерство внутренних дел и другие ведомства продолжают исследовать потенциальное воздействие пролива на перелетных птиц и других представителей дикой природы, которые зависят от прибрежных болот в штате Луизиана. Там же, 181. В недавнем спорном исследовании заместителя директора Научно-исследовательского института Harte, созданного при Техасском университете сельского хозяйства и механики, проведенном для Фонда компенсации за разлив нефти, сделан вывод, что Залив должен восстановиться от воздействий пролива к концу 2012 г., хотя полное восстановление устричных банок может произойти через 6-10 лет. John Schwartz & Mark Schoppe, *Report Foresees Quick Gulf of Mexico Recovery from Spill Damage* (Отчет предсказывает быстрое восстановление Мексиканского залива от ущерба), N.Y. Times, Feb. 2, 2011, at A15; см. также John Schwartz & Mark Schoppe, *On Gulf Oil Spill Effects, Doing Science with a Deadline* (Предсказанный наукой предельный срок воздействий пролива нефти в Заливе), N.Y. Times, Feb. 3, 2011, at A19 (сообщается о критике отчета и его автора и признается, что отчет был основан на данных, имевшихся ко времени его написания).

¹⁰¹ Curt Anderson, *Long, Costly Legal Battle Looms* (Длинные, дорогостоящие судебные тяжбы угрожающих размеров), Greenwire (July 27, 2010), <http://www.cenews.net/Greenwire/print/2010/07/27/8> (“До сих пор более 300 федеральных судебных процессов зарегистрировано в 12 штатах. Истцы варьируются от ловцов креветок до владельцев квартирных домов, и все заявляют об экономических потерях из-за пролива. Возбуждены также иски в связи с насильственной смертью и телесными повреждениями, поданные родственниками 11 погибших мужчин при взрыве нефтяной платформы Deepwater Horizon 20 апреля. Некоторые инвесторы компании BP [даже предъявили

что воздействие нефтяного пролива будет продолжаться и после прекращения усилий по очистке и других видимых следов аварии; как заявил один профессор в области океанографии: “Эти вещи будут отражаться через экосистему ... Это экологическая эхо-камера, и я думаю, что мы будем слышать экологическое эхо этой аварии всю мою оставшуюся жизнь”¹⁰².

В. Ядерная промышленность

Ядерная промышленность появилась почти в то же самое время, что и прибрежное бурение, а выдача разрешения на эксплуатацию первой коммерческой АЭС произошла в 1957 г. в округе Бивер (Beaver), штат Пенсильвания¹⁰³. За последние двадцать лет ядерная энергетика поставляла примерно 20% электроэнергии для покрытия базисной нагрузки в США¹⁰⁴.

иски] вследствие падения курса акций BP”). Кроме того, штат Алабама возбудил иск против BP, Transocean и Halliburton, “ссылаясь на небрежность и невыполнение промышленных норм безопасности”, и требуя “компенсации за экономический ущерб”. Susanne Pagano, *Alabama Sues BP, Transocean, Others for Negligence, Safety Violations in Oil Spill*, 41 Env’t Rep. 1869, 1897 (2010); см. также Alexander Cockburn, *Law Professor Warns of Federal Manslaughter Charges over BP Deepwater Oil Spill* (Профессор права предупреждает о предъявлении Федеральным правительством обвинения в причинении смерти по неосторожности 11 человек), *The Week* (Feb. 17, 2011, 7:29 AM) <http://www.thefirstpost.co.uk/75220-news-comment-news-politics.bp-could-face-10bn-fines-and-jail-time-for-official#ixzz1FZLTYSn2> (сообщается, что федеральное правительство объявило о подаче гражданских исков в уголовном процессе против трех ведущих компаний, виновных в проливе, и предсказывается, что BP столкнется с рекордными уголовными штрафами и может столкнуться с федеральным обвинением в причинении смерти по неосторожности 11 человек из команды нефтяной платформы).

¹⁰² Campbell Robertson & Clifford Krauss, *Gulf Spill Is the Largest of its Kind, Scientists Say* (Ученые говорят, что пролив нефти в Заливе самый крупный из проливов такого вида), *N.Y. Times*, Aug. 2, 2010, at A14; см. также Justin Gillis & John Collins Rudolf, *Oil Plume is Not Breaking Down Fast, Study Says* (Исследования говорят о том, что нефтяной шлейф быстро не разрушится), *N.Y. Times*, Aug. 20, at F18 (“Новые исследования подтверждают существование высокого шлейфа рассеянной нефти в Мексиканском заливе, и предполагается, что он не разрушится быстро, повышая возможность того, что он может вызывать угрозу для дикой природы на протяжении месяцев или даже лет”).

¹⁰³ См. NRC: History, U.S. Nuclear Reg. Commission, <http://www.nrc.gov/about-nrc/energy-preparedness/history.html> (last visited Dec. 17, 2011) (сообщается, что “строительство АЭС в Шиппингпорте было выполнено в 1957 г. с затратами 72,5 млн. долл.”). “Первая в стране крупная АЭС начала вырабатывать электроэнергию для коммерческого использования 18 декабря 1957 г. АЭС на реке Огайо, в 25 милях к северо-востоку от г. Питтсбурга за 32 месяца. Это была первая в мире крупномасштабная ядерная энергетическая установка, предназначенная исключительно для мирного использования”. Там же; см. также Neal H. Lewis, *Interpreting the Oracle: Licensing Modifications, Economics, Safety, Politics, and the Future of Nuclear Power in the United States* (Интерпретация Оракула: Лицензирование модификаций, экономики, безопасности, политики и будущего ядерной энергетики в США), 16 *Alb. L. J. Sci. & Tech.* 27, 54 (2006) (“Первая ядерная энергетическая установка гражданского назначения была пущена в эксплуатацию в Шиппингпорте, штат Пенсильвания (в 1957 г.).”

¹⁰⁴ Lewis, см. сноску 103, 96, 43 (отмечается, что “с 1990 г. в производстве электроэнергии в стране доля производства ядерной электроэнергии устойчиво составляла 20%”). Для обеспечения колеблющихся потребностей населения в энергии, электроэнергетические компании должны иметь доступ к энергетическим установкам различной мощности. См. Fred Bosselman, *Ecological Advantages of Nuclear Power*, 15 *N.Y.U. Env’tl. L.J.* 1, 5-7 (2007). Большую часть времени, в течение не пиковых часов или сезонов эту роль выполняют электростанции, покрывающие базисную электрическую нагрузку и работающие непрерывно. Там же.

Основной причиной устойчивого характера вклада ядерной энергетики в электроэнергетическую систему является более высокий КПД АЭС, которые поставляют все более надежную электроэнергию в течение последних нескольких десятилетий^{105/}

В то время как авария с платформой *Deepwater Horizon* произошла гораздо позднее первой аварии с шельфовым бурением такого масштаба, авария на ТМЭ-2 28 апреля 1979 г. была первой аварией Класа 9 (наихудший сценарий аварий), с которой столкнулась ядерная промышленность в течение более 3000 реакторо-годов эксплуатации в США¹⁰⁶. С 1979 г. было 47 аварийных ситуаций с отечественными реакторами, которые потребовали отключения энергоблока более чем на год вследствие проблем безопасности¹⁰⁷, но по степени тяжести ни одна из них не сопоставима с тем, что слу-

¹⁰⁵Lewis, *см. сноску 103*, 296 п.10 (“Самым важным элементом развития ядерной энергетики в течение 1990-х годов было повышение эффективности. Время безотказной работы АЭС возрастало почти каждый год, и с 1990 по 2000 г. оно возросло с 60 до 88%”). *См. также* Nathan Hultman, Jonathan G. Koomey, & Daniel M. Kammen, *What History Can Teach Us About the Future Costs of U.S. Nuclear Power*, 41 *Envtl. Sci. & Tech.*, 2088, 2091 (2007), available at <http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/old-site-files/2007/HultmanetalNuclearViePoint2007.pdf> (приписывается повышение производственной мощности АЭС “повышению коэффициента использования и снижению простоя”). Коэффициент использования энергоблока возрос после того, как NRC изменила свои правила выдачи разрешения на некоторые работы по техническому обслуживанию, выполняемые при эксплуатации энергоблока. Это привело к сокращению времени, в течение которого энергоблок не работает для перегрузки топлива в реакторе, поскольку значительная часть обслуживания, которое может проводиться только в течение перегрузки топлива, в настоящее время можно делать почти в любое время в течение эксплуатации. *См. Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants*, 56 *Fed. Reg.* 31306 (July 10, 1991) (изменение предписаний NRC); *см. также* John Caertner, Ken Cannavan & Doug True, *Electric Power Research Inst., Safety and Operational Benefits of Risk Informed Initiatives 6-7, 14* (2008), available at <http://mydocs.epri.com/docs/CorporateDocuments/SectorPages/Portfolio/Nuclear/Safety and Operational Benefits 1016308.pdf>.

¹⁰⁶ Авария Класа 9 относится к самой серьезной классификации аварий на АЭС. *См. А.М. Metwally, Nuclear Accidents and Associated Environmental Risk*, in *Proceedings of the 2nd Environmental. Physics Conference* 223, 225 (2006), available at <http://www.physicsgypt.org/epc06/epc632.pdf> (описывается система классификации аварий NRC, которая представляется в качестве приложения для заявителя на получение лицензии “для анализа набора постулированных аварий с тяжелыми последствиями с целью демонстрации того, что объект может эксплуатироваться без чрезмерного риска для здоровья и безопасности населения”, в то же время также делается попытка установить соотношение между “ожидаемой частотой происшествий и потенциальными радиооптическими последствиями”); *см. также* Lewis, *сноска 103*, 486 п. 143 (“Гри-Майл-Айленд и Чернобыль являются единственными крупными авариями”, которые произошли в течение порядка 12000 суммарных реакторо-лет промышленной эксплуатации в 22 странах”).

¹⁰⁷ *См. Bob Herbert, Op-Ed., We're Not Ready (Мы не готовы)*, *N.Y. Times*, July 20, 2010, at A23 (описывается “еще одна устрашающая авария” в 2002 г. на АЭС “Дэвис-Бесс” в штате Огайо, когда “скрытая утечка привела к коррозии, которая чудом не завершилась катастрофой. К тому времени, когда проблема была обнаружена, только тонкий слой нержавеющей стали оставался для предотвращения катастрофы”). Совсем недавно радиоактивный тритий вытекал из подземного трубопровода на АЭС Вермонт-Янки в штате Вермонт. *См. Peter Behr, Experts Weigh Extending the Lives of Nuclear Power Plants for 80 Years (Эксперты обдумывают продление срока службы ядерной энергетической установки до 80 лет)*, *Climatewire* (Sept. 20, 2010), <http://www.eenews.net/climatewire/print/2010/09/20/1/>. Перед этим в 2007 г. Разрушилась часть градирни станции. *Там же*.

чилось на ТМІ-2¹⁰⁸. В то время как количество аварий на АЭС отечественного производства только немного ниже, чем количество зарегистрированных аварий при бурении на ОCS¹⁰⁹, воздействия ядерных инцидентов на окружающую среду были существенно менее тяжелыми¹¹⁰. Каждый инцидент, включая аварию на АЭС ТМІ-2¹¹¹, характеризовался минимальным воздействием на окружающую среду и людей¹¹².

1. Авария энергоблока 2 на АЭС Три-Майл-Айленд с расплавлением активной зоны

“Авария на ТМІ до смерти напугала нас ... Возможность серьезной аварии перестала быть теоретической возможностью, крайне маловероятным событием, и с этого времени мы начали думать намного более серьезно о том, что аварии могут происходить реально¹¹³”/

¹⁰⁸ Со времени частичного расплавления активной зоны реактора на ТМІ-2, были еще более серьезные аварии в Чернобыле, на Украине и на АЭС Фукусима-1 в Японии; из двух аварий только японская оказала воздействие на безопасность отечественных ядерных реакторов. См. Hannah Northey, *NRC Rethinking Major Safety Requirements After Japan's Disaster*, Greenwire (June 27, 2011), <http://www.ecnews.net/Greenwire/print/2011/06/27/2> (“Комиссия по ядерному регулированию пересматривает глубоко укоренившиеся предположения о безопасности после сильного землетрясения и цунами, разрушивших японскую АЭС в марте 2011 г. и выявила потенциальные недостатки собственных руководств по безопасности в США”; см. также *сноска 413* (обсуждается проверка NRC мер по обеспечению безопасности на АЭС после японской аварии).

¹⁰⁹ См. выше Часть I.A (обсуждение аварий, зарегистрированных при офшорном бурении).

¹¹⁰ *Safety of Nuclear Power Reactors (Безопасность ядерных энергетических реакторов)*, World Nuclear Ass'n (Sept. 30, 2011) <http://www.world-nuclear.org/info/inf06.html>.

¹¹¹ См. Laurence Stern et al., *Chapter 4. The Tough to Confine the Damage (Ожесточенная борьба для ограничения ущерба)*, Wash. Post, Apr. 8, 1979, at A1 (далее Stern et al., *The Tough to Confine the Damage*), имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch4.htm> (цитируется руководитель технического руководства компании Metropolitan Edison (поставщик электроэнергии в штате Пенсильвания), который говорил: “Мы нанесли никому травмы при этом инциденте; мы не сделали серьезного загрязнения, и мы определенно не убили никого”).

¹¹² См. World Nuclear Ass'n, *сноска 109* (“Реактор получил серьезные повреждения, но излучение канализировалось, и не было негативных воздействий на здоровье и окружающую среду”); см. также Kemeny Commission Report, *сноска 17, 12* (сообщается, что NRC указала, что выбросы радиоактивного пара были слишком малы, для того чтобы вызвать какой-либо рост обнаруживаемых раковых заболеваний); U.S. Nuclear Regulatory Comm'n, *Backgrounder* (имеется на <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/3mile-isle.pdf>) (отмечается, что средняя доза облучения приблизительно 2 млн. чел. составила только около 1 миллизиверт, существенно ниже средней экспозиции в 6 миллизиверт для рентгенографии грудной клетки). Но см. Joby Warwick, *Study Links Three Mile Island Radiation Releases to Higher Cancer Rates*, Wash. Post, Feb. 24, 1997, at A06, имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/long-term/tmi/stories/study022497.htm> (сообщается, что в 1997 г. в исследовании университета штата Северная Каролина выявлен рост заболеваний раком легких и лейкемией вблизи АЭС, что противоречит анализу Колумбийского университета 1990 г. с использованием тех же самых данных, согласно которому не было выявлено “четкой связи между аварией и уровнями заболеваний раком среди жителей, проживающих вблизи АЭС”).

¹¹³ Joseph V. Rees, *Hostages of Each Other* 27 (1994) (цитируется одно из высших должностных лиц NRC).

Авария на блоке 2 ТМІ¹¹⁴ в Мидлтауне, штат Пенсильвания, произошла после того, как блок мощностью 880 МВт находился в эксплуатации при почти полной мощности (97%) в течение почти трех месяцев¹¹⁵. Авария началась без особых событий, с механической неисправности (по причинам, которые до сих пор еще неизвестны) во вспомогательной, не ядерной части энергоблока¹¹⁶. Эта неисправность стала причиной того, что насосы в этой системе отключились¹¹⁷, а это, в свою очередь, привело к закрытию главных насосов, через которые охлаждающая вода подается в реактор¹¹⁸. Эта ситуация привела к тому, что произошла “аварийная остановка” реактора¹¹⁹. Когда выходит из строя система основного питательного насоса, проектируются три вспомогательных насоса, которые включаются автоматически¹²⁰. Однако операторы щита управления отключили эти насосы, потому что они возобновили работу без видимой причины; операторы в то время не знали, что вода вытекла из активной зоны реактора, и они опасались (ошибочно), что активная зона была залита слишком большим количеством воды¹²¹. Имея совершенно ошибочное представление о ситуации, операторы,

¹¹⁴ Во время аварии блок 1 был отключен для рутинной перегрузки топлива. J. Samuel Walker, *Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective* 71 (2004).

¹¹⁵ См. Laurence Stern et al., *Chapter 1: A Pump Failure and Claxton Alert* (*Неисправность насоса и сигнала тревоги*), Wash. Post, Apr. 8, 1979, at A1 [далее Stern et al., *A Pump Failure and Claxton Alert*], имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch4.htm>. Хотя блок начал работать незадолго до конца 1978 г., в первые дни 1979 г. блок несколько раз отключался для решения различных проблем, таких как утечки в системе трубопроводов и насоса. Там же; см. также Lewis, *сноска* 104, 49; James Cook, *Info's Race Against Time*, Forbes, Feb. 24, 1986, at 54, 57 (отмечается, что блок 2 находился в эксплуатации с мощностью 97% от номинальной, по сравнению с АЭС Дэвис-Бесс, у которой были те же самые проблемы с закрытием клапана, но которая эксплуатировалась при мощности в 9% от номинальной).

¹¹⁶ Полную хронологическую картину аварии и ее последствий можно найти в работе Walker, *сноска* 114.

¹¹⁷ Операторы, которые пытались прочистить часть трубопроводов во вспомогательной циркуляционной системе, случайно заблокировали поток охлаждающей воды к реактору, что привело к прекращению тепловыделения. *Three Mile Island: The Inside Story – Five Hours in Which the Unthinkable Happened* (Три-Майл-Айленд: Информация из первых рук – пять часов, в течение которых случилось нечто невообразимое), Smithsonian Nat'l Museum of Am. Hist. <http://americanhistory.si.edu/tmi/tmi03.htm> (last visited Oct. 6, 2011) [далее Smithsonian, *Five Hours*].

¹¹⁸ NRC Backgrounder, *сноска* 112, 1.

¹¹⁹ Когда происходит “аварийная остановка” реактора, стержни автоматического регулирования реактора опускаются в активную зону, блокируя ядерное деление или замедляя его. В случае ТМІ-2 вследствие того, что блок работал почти при полной мощности, реактивность тепловыделяющих элементов становилась причиной значительной генерации тепла даже после того, как стержни автоматического регулирования реактора были введены, и это приводило к тому, что оставшаяся вода в реакторе выкипела, и стержни оказались незащищенными. Smithsonian, *Five Hours*, *сноска* 117.

¹²⁰ См. Walker, *сноска* 114, 76 (“Примерно через две минуты после аварии насосы высокого давления аварийного впрыска, часть ECCS (система аварийного охлаждения реактора), автоматически включаются в ответ на потерю охладителя в активной зоне”).

¹²¹ NRC Background, *сноска* 112. 1 (отмечается, что операторы щита управления надеялись на уровни воды в системе компенсации давления, которые были высокими, поскольку они не знали, что образовались полости для пара, которые были созданы пузырьками пара из кипящей активной зоны реактора, а в помещении щита управления не было инструментального средства, указывающего уровни воды в системе охлаждения реактора); см. Kemeny Commission Report, *сноска* 17, 98 (объясняется, что пузырьки пара, образовавшиеся в системе охлаждения реактора, заместители охлаждаю-

в самом деле, начали сливать воду из реактора¹²². Несмотря на это, даже, если бы операторы не отключили вспомогательные насосы, все три клапана в этой системе были бы закрыты для планового обслуживания, и система не была бы в состоянии подать воду в реактор¹²³.

Хотя впоследствии насосы были включены вручную, потеря охладителя в первичном контуре и неудача в приведении в действие вспомогательной системы охлаждения стали причиной повышения давления в трубопроводах, что вызвало автоматическое открытие того, что известно как управляемый предохранительный клапан (PORV)¹²⁴. Клапан должен закрываться после сброса избыточного давления, но механическая неисправность помешала этому¹²⁵. Открытый клапан давал возможность охлаждающей воде вытекать из основной системы вместо направления ее в активную зону реактора¹²⁶. "Температуры внутри реактора начала быстро расти. Рост на 30 градусов произошел меньше чем за 3 с¹²⁷". Хотя аварийный останов реактора приостановил цепную реакцию в активной зоне, в системе все еще вырабатывалось тепло, и температура продолжала расти¹²⁸.

Через две минуты после начала аварии Система аварийного охлаждения реактора (ECCS) автоматически вступила в действие¹²⁹, но оператор отклю-

пную воду реактора, которые попали в систему компенсации давления реактора, вследствие чего в ней повысились уровни, и это давало основания полагать, что "активная зона не охлаждалась водой"? так как чем больше воды покидало систему, тем больше ее добавлялось); см. там же, 100 ("пузырьки пара, которые образовывались вследствие перегрева стержней, вынуждали истечение охлаждающей воды из тепловыделяющих элементов"); Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117 (утверждается, что операторы были обучены предотвращать переполнение сосуда высокого давления водой, и объясняется, что у операторов, когда произошла авария, создалось впечатление, что активная зона была заполнена охлаждающей водой, а не кипящей водой).

¹²² Kemeny Commission Report, сноска 17, 94.

¹²³ Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 3; сравните Rees, сноска 113, 17 ("Обоснованным критерием сложности электростанции является количество клапанов в ней; обычный ядерный реактор имеет 40000 клапанов, в 10 раз больше, чем на угольной электростанции").

¹²⁴ Функция PORV состоит в спуске перегретой радиоактивной воды в сосуде под давлением. Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 1/

¹²⁵ NRC Background, сноска 112. 1.

¹²⁶ Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 2 (описывается как предохранительный клапан, который автоматически открывается "для спуска перегретой радиоактивной воды в защитной оболочке реактора, не смог закрыться, что дало возможность пару под давлением "продолжать вытекать из реактора"); NRC Background, сноска 112. 1. (объясняется, что предохранительный клапан не смог закрыться, что дало возможность охлаждающей воде вытечь из "заключенного предохранительного клапана" и вызвать "перегрев активной зоны реактора").

¹²⁷ Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 3. Как только индикаторы температуры в щите управления достигли показания 750°C, на щите управления стали печататься вопросительные знаки в течение следующих 11 часов. Там же, 5; см. Walker, сноска 114, 78 ("Более поздние исследования сопровождались оценкой, что в некоторых частях активной зоны температура достигала 4000 градусов по Фаренгейту или больше [2905°C]").

¹²⁸ Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 3.

¹²⁹ Walker, сноска 114, 76 (отмечается, кроме того, что система "работала безупречно"). ECCS является дублирующей системой, которая автоматически включается и "использует существующее оборудование на станции для обеспечения того, чтобы охлаждающая вода покрывала активную зону реактора". Kemeny Commission Report, сноска 17, 89. Комиссия Кемени определила ECCS как "дублирующую систему, кото-

чил один из насосов и значительно “задросселировал” работу другого насоса, поскольку он опасался, что сосуд под давлением заполнен водой¹³⁰. Затем оператор усугубил эту ошибку, выключив четыре насоса для охлаждения ректора, поскольку у них была неудовлетворительная вибрация из-за чрезмерного количества пара, и он боялся, что они будут повреждены¹³¹. Таким образом, приблизительно два часа после начала аварии, после того, как фактически все насосы, направлявшие охлаждающую воду в активную зону, были отключены, и вода не попадала в активную зону реактора, которая оставалась незащищенной¹³².

Интенсивное тепловыделение в активной зоне вызвало реакцию между паром, образующимся в активной зоне, и оболочкой тепловыделяющих элементов из циркалоя (сплав циркония с оловом), которая вызывает разрушение оболочки и дальнейшее повреждение тепловыделяющих элементов, что приводит к выделению большей радиоактивности в теплоносителе реактора¹³³. Этот процесс стал причиной небольшого взрыва вследствие образования газообразного водорода¹³⁴. Радиоактивная вода быстро накапливалась на полу здания защитной оболочки реактора, что привело в действие насосы отстойника защитной оболочки, которые направляли воду из защитной оболочки реактора в емкости во вспомогательном здании¹³⁵. Ввод

рая предназначена для поставки охлаждающей воды в активную зону реактора в ситуациях с потерей охладителя”, *Там же*. 174.

¹³⁰ *См. там же*, 76-77 (Объясняется, что система была отключена, поскольку операторы опасались, что система компенсации давления была заполнена водой, что должно было мешать возможности операторов контролировать давление в системе).

¹³¹ *См. там же*, 77.

¹³² *См. Stern et al., A pump Failure and Claxon Alert, сноска 115, 5* (сообщается, что после того, как “оператор отключил четыре насоса для охлаждения, в течение почти 2 ч после начала аварии ... уровень воды в корпусе реактора снова резко упал, и в первый раз активная зона и тепловыделяющие элементы остались незащищенными ... Уровень воды упал, по крайней мере, на четыре фута ниже верха активной зоны, и треть тепловыделяющих элементов осталась незащищенной”); *см. также Smithsonian, Five Hour, сноска 117* (“4.05-6.00. Вода в реакторе выкипела, и все больше ядерного топлива “отрабатывалось”).

¹³³ Ко времени окончания аварии более 90% оболочки тепловыделяющих элементов было разрушено. *Kemeny Commission Report, сноска 17, 30; см. также Mark P. Widoff, The Accident at Three Mile Island, 4 W. New Eng. L. Rev. 223 (1982)* (“Тепловыделяющие элементы в активной зоне реактора блока 2 (ТМІ-2) расплавились в связи с отсутствием охладителя. Расплавление стало причиной образования радиоактивных побочных продуктов деления, которые вместе с урановыми топливными таблетками попадают в систему водяного охлаждения и в атмосферу”).

¹³⁴ *Kemeny Commission Report, сноска 17, 99*. Хотя NRC вначале выражало беспокойство в связи с тем, что может произойти взрыв в здании термооболочки реактора вследствие появления крупных пузырьков водорода в куполе корпуса реактора под давлением, персонал затем пришел к выводу, что отсутствие кислорода в корпусе означает, что пузырьки не смогут ни сгореть, ни взорваться. *См. NRC Backgrounder, сноска 112, 2*. Эффект пузырьков водорода в защитной оболочке реактора наглядно демонстрируется взрывами, которые частично разрушили две защитных оболочки реактора на АЭС Фукусима в марте 2011 г. *См. David Biello, Partial Meltdown Led to Hydrogen Explosions at Fukushima Nuclear Power Plant (Частичное расплавление привело к взрывам водорода на АЭС Фукусима), Scientific American, Mar. 14, 2011, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=partial-meltdown-hydrogen-explosions-at-fukushima-nuclear-power-plant>*.

¹³⁵ *Stern et al., A pump Failure and Claxon Alert, сноска 115, A1*. Если вода будет оставаться в корпусе реактора, а не направляться во вспомогательное здание в форме пара, то

в действие насосов отстойника защитной оболочки вместе с отключением оператором насосов ECCS и тем фактом, что три клапана были выведены из работы для планового обслуживания во время аварии, намного ухудшил ситуацию; если бы все это не происходило в одно и то же время, ход аварийных событий можно было бы поставить под контроль¹³⁶.

В течение трех часов после начала аварии индикатор в здании защитной оболочки ядерного реактора показывал уровень радиации 8 бэр в ч, вследствие чего часом позднее произошла автоматическая изоляция здания¹³⁷. Последующие проверки корпуса реактора под давлением показали, что пять футов, т.е. примерно половина активной зоны реактора была разрушена, и около 20 т урана вытекло на дно корпуса реактора под давлением¹³⁸. Это побудило тогдашнего вице-президента компании GPU Nuclear, дочерней компании Metropolitan Edison заявить, что “расплавленное топливо ‘текло как горячее оливковое масло’ в течение аварии¹³⁹”. К счастью, корпус реактора не пострадал, и днище корпуса ядерного реактора из стали толщиной пять дюймов не повредилось¹⁴⁰. Таким образом, поврежденные тепловыделяющие элементы почти со всеми радиоактивными изотопами оставались в активной зоне реактора¹⁴¹, избавив жителей соседнего Гаррисберга и других населенных пунктов, а также окружающую среду от катастрофы, которая была бы в противном случае. Если бы в то время был известен масштаб аварии, т.е., что половина активной зоны реактора расплавилась, то жители соседних населенных пунктов были бы немедленно эвакуированы¹⁴².

можно предусмотреть определенного вида функцию охлаждения активной зоны. Там же, 5.

¹³⁶ Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 4.

¹³⁷ Уровни радиации в здании станции были достаточно высокими, для того чтобы потребовалось объявление общей чрезвычайной ситуации, что произошло намного позднее. Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117; см. также Stern et al., *A pump Failure and Claxon Alert*, сноска 115, 6 (сообщается о том, что сигнал тревоги в помещении пята управления сработал, когда уровень радиации в зоне локализации достиг значения 8 бар); Kemeny Commission Report, сноска 17, 101-02 (“В 7.20 индикатор уровня радиации в здании защитной оболочки ядерного реактора показал 8 бэр в ч ... Те, кто находились в помещении пята управления интерпретировали сигнал тревоги, как признак того, что уровень радиации в здании защитной оболочки ядерного реактора достиг 800 бэр в ч”).

¹³⁸ Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117. Полный масштаб разрушения активной зоны реактора не был оценен в течение и сразу после аварии. NRC не понимала до 1987 г., что почти половина тепловыделяющих элементов в реакторе была разрушена, и не понимала того, что расплавленное топливо оказалось на дне корпуса ядерного реактора в течение десяти лет после аварии. *Three Mile Island: The Inside Story – Five Score Years of Nuclear Power*; Smithsonian Nat'l Museum of Am. Hist., <http://americanhistory.si.edu/tmi/tmi11.htm> (last visited Oct. 2, 2011) [далее Smithsonian, *Five Score Years*]; см. Walker, сноска 114, 229 (отмечается, что приблизительно “70% активной зоны реактора было повреждено”, и 59% активной зоны расплавилось, что стало причиной того, что Metropolitan Edison (поставщик электроэнергии в штате Пенсильвания) отказалась от всяких мыслей по возобновлению работы блока 2).

¹³⁹ Walker, сноска 114, 229.

¹⁴⁰ Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117; см. также Walker, сноска 114, 231 (подробно излагаются причины, почему не разрушился корпус реактора под давлением).

¹⁴¹ См. Kemeny Commission Report, сноска 17, 29-31 (описывается судьба твердых и газообразных радиоактивных изотопов).

¹⁴² Walker, сноска 114, 241 (утверждается, что если бы NRC понимала, что активная зона реактора “расплавилась”, она бы рекомендовала “полномасштабную эвакуа-

В настоящее время блок ТМІ-2 выведен из эксплуатации; топливо было удалено и направлено в хранилище Министерства энергетики, вместе с остатками от активной зоны реактора, система охлаждения реактора была осушена, а радиоактивная вода была дезактивирована и испарена¹⁴³. В 1993 г. лицензия на эксплуатацию для Блока 2 была изменена на лицензию “только на владение”, которая разрешает долговременный мониторинг и хранение на объекте¹⁴⁴. Нынешний владелец блока 1 Exelon¹⁴⁵ осуществляет мониторинг участка¹⁴⁶.

Экономическое воздействие аварии на Metropolitan Edison, владельца и оператора Блоков 1 и 2 АЭС ТМІ, и на атомную энергетику было опустошительным. В течение каких-то двух часов условия на блоке 2 изменились таким образом, что актив в миллиард долларов для компании превратился в финансовую ответственность на много миллиардов долларов¹⁴⁷. Затраты на очистку блока 2 больше, чем на его строительство¹⁴⁸. На протяжении десяти-

ции”, о которой должен был бы распорядиться тогдашний губернатор штата Пенсильвания Торнбург (Thornburgh); *согласно* Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117.

¹⁴³ NRC Backgrounder, сноска 112, 4; см. также Walker, сноска 114, 229-32 (описываются работы по очистке блока 2, включая операцию разгрузки активной зоны).

¹⁴⁴ Industry, Dickinson C., <http://www.threemileisland.org/industry.html> (last visited Oct., 2, 2011)/ Блок 1 возобновил работу в 1985 г. После того, как Верховный суд решил, что Закон о национальной экологической политике не запрещает повторную эксплуатацию. См. Metropolitan Edison Co. v. People Against Nuclear Energy, 460 U.S. 766 (1983); Smithsonian, *Five Hours*, сноска 117/

¹⁴⁵ Exelon Corporation – американская энергетическая компания, созданная в 2000 г., со штаб-квартирой в Чикаго, штат Иллинойс, обладающая большим количеством генерирующих мощностей, владеющая 17 ядерными реакторами на 10 АЭС. Компания ведет бизнес в 47 штатах США, Столичном округе Колумбия и в Канаде.

¹⁴⁶ В 2001 г. FirstEnergy (диверсифицированная энергетическая компания) приобрела блок 2 у General Public Utilities Nuclear Corporation (GPU), энергетической холдинговой компании, состоящей из трех действующих компаний – Jersey Central Power & Light Co., Pennsylvania Electric Company и Metropolitan Edison, *Industry*, сноска 144. Три действующие компании владели АЭС ТМІ во время аварии, а Metropolitan Edison эксплуатировала оба блока АЭС. Там же. В 1982 г. эксплуатация блоков 1 и 2 была передана от Metropolitan Edison GPU для разделения “нынешней деятельности компании от деятельности ее во время аварии”. Там же. В 1999 г. GPU продала блок 1 AmerGen Energy, совместному предприятию с PECO (впоследствии Exelon) и британской энергетической компании. Там же, Произошло слияние FirstEnergy с GPU, которое завершилось создание энергетической холдинговой компании, оставшей три начальных действующих компонента GPU как филиалы FirstEnergy. Там же. FirstEnergy и Exelon планировали законсервировать блок 2 до тех пор, пока не истечет срок лицензии на эксплуатацию блока 1, после чего оба блока были бы сняты с эксплуатации. См. NRC Backgrounder, сноска 112, 4. В 2009 г. лицензия на эксплуатацию блока 1 была продлена с 2014 по 2034 г. См. Stephen Heiser, *NRC Renew Operating License for Three Mile Island for an Additional 20 Years* (NRC возобновила лицензию на эксплуатацию АЭС ТМІ с продлением на 20 лет), Nuclear Street (Oct. 26, 2009, 8:55 AM), http://nuclearstreet.com/nuclear_power_industry_news/b/nuclear_power_news/article/2009/10/26/nrc-renews-operating-license-for-three-mile-island-nuclear-power-plant-for-an-additional-20-year-10261.aspx (отмечается, что продление лицензии для блока 1 было 55 возобновлением NRC с того времени как Комиссия начала возобновлять лицензии при истечении срока действия); см. также NRC Approves 20 Year License Renewal for Three Mile Island, PA-Energy Alliance (Apr. 18, 2011), <http://paenergyalliance.com/nrc-approve-20-years-license-renewal-for-three-mile-island>.

¹⁴⁷ Herbert, см. сноску 107.

¹⁴⁸ Там же. На это требуется почти 12 лет, а затраты на очистку ТМІ-2 составят приблизительно 973 мард. долл.. *TMI-2 Cleanup: Challenging and Successful* (Очистка ТМІ-2 120

тилетий, которые прошли после аварии на ТМІ-2, было аннулировано 65 предложений на АЭС в США¹⁴⁹. Комиссия по ядерному регулированию выдала последнее разрешение на строительство коммерческой АЭС за год до аварии; последний лицензированный блок начал эксплуатироваться в 1996 г.¹⁵⁰

Как глубоководное бурение, так и атомная энергетика дают важный вклад в экономическое благосостояние страны. Несмотря на это, их вклад не без риска для отдельных рабочих и окружающей среды, в которой они работают. В этой части статьи было показано, что риски аварий с катастрофическими последствиями и сопутствующими воздействиями на человека и окружающую среду чаще понимаются в отношении нефтяных платформ для офшорного бурения, чем в отношении АЭС. В следующей части статьи будут обсуждаться примечательные сходства между непосредственными и косвенными причинами прорыва нефтяной скважины Макондо и частичного расплавления активной зоны на АЭС Три-Майл-Айленд, несмотря на тот факт, что эти аварии произошли в двух совершенно различных отраслях промышленности и с промежутком в 30 лет,

II. Непосредственные и косвенные причины прорыва нефтяной скважины Макондо и частичного расплавления активной зоны реактора на блоке 2 АЭС Три-Майл-Айленд

В отличие от ТМІ-2, где каскад событий, которые происходили в связи с единичной механической неисправностью, и которые можно обособить и исследовать апостериори, то, что случилось на нефтяной платформе *Deepwater Horizon*, точно неизвестно, поскольку платформа была частично разрушена, а несколько людей с особо важным пониманием аварии трагически погибли. Несмотря на эти неясности, Комиссия по расследованию причин пролива при Президенте идентифицировала вероятные причины аварии после исчерпывающего шестимесячного расследования. Непосредственные причины, идентифицированные Комиссией, включают в себя многие ошибки оператора, обсуждаемые ниже, которые имели место на нефтяной

[ликвидация последствий ухудшения состояния окружающей среды]), Am. Nuclear Soc'y, <http://www.ans.org/pi/resources/sptopics/tmi/cleanup.html> (last visited Oct. 2, 2011).

¹⁴⁹ См. Cancelled U.S. Commercial Nuclear Reactors (*Аннулированные коммерческие ядерные реакторы*), Data Gov., <http://explore.data.gov/Energy-and-Utilities/Cancelled-U-S-Commercial-Nuclear-Power-Reactors/fxtq53> (last visited Dec. 18, 2011) (перечисляются 55 аннулированных реакторов); см. также Amanda Leiter, *The Perils of a Half-Built Bridge: Risk Perception, Shifting Majorities, and Nuclear Power Debate* (Опасности наполовину построенного моста: Восприятие риска, замена большинства и споры об атомной энергии), 35 Ecology L.Q. 31, 56 (2008) ("С 1978 г. ... не было заказа ни на один новый блок и было аннулировано более 100 контрактов на строительство реакторов"); Lewis, *сноска* 103, 28 ("За 20 лет до 1990 г. Было выдано сто лицензий на эксплуатацию ядерных реакторов. Лицензия на новый ядерный объект в США не выдавалась на строительство после выдачи разрешения в 1996 г. на АЭС Уоттс-Бар в штате Теннесси ... Свыше 100 разрешений, которые были выданы для строительства ядерных блоков, были отозваны в течение 1970-х и 1980-х гг."); Christopher C. Chandler, *Recent Developments in Licensing and Regulations at the Nuclear Regulatory Commission* (Развитие ситуации с выдачей лицензий и предписаниями в Комиссии по ядерному регулированию), 58 Admin. L. Rev. 485 (2006) ("Прошло больше 30 лет с того времени, как энергетические компании стали размещать заказы на новые ядерные блоки в США"); Widoff, *сноска* 133, 225 ("Затраты на новые блоки и беспрецедентно высокий процент препятствуют новому строительству").

¹⁵⁰ Последний коммерческий блок АЭС, построенный в США, начал эксплуатироваться в 1996 г., а последнее разрешение на строительство ядерного блока было выдано в 1978 г. Smithsonian, *Five Score Years*, *сноска* 138.

платформе как до, так и после аварии¹⁵¹, которые могли существенно снизить возможности имеющихся систем для предотвращения аварии и повысить риск того, что иным образом можно было бы предотвратить или, по крайней мере, ограничить последствия аварии. Когда конструктивные недоработки и недостатки ключевых компонентов добавляются к перечню причин, точно такая же самая история может рассказать об аварии на АЭС ТМІ-2¹⁵². Кроме того, в каждом случае давление на контролирование работы в соответствии с программой вносит вклад в культуру производства, при которой безопасность является менее важным фактором, чем экономические результаты, а эксплуатационные риски недооцениваются как менеджментом компаний, так и рабочей сменой¹⁵³. В то время как регулятивные недостатки также вносят вклад в каждую аварию, подробное исследование каждого такого вклада остается за пределами целей данной статьи¹⁵⁴, за исключением того, когда такие регулятивные недостатки могут вносить вклад в оказание

¹⁵¹ См. Commission Report, *сноска* 0, vii (“Непосредственные причины прорыва нефтяной скважины Макоңдо можно проследить с помощью серии идентифицированных ошибок, сделанных BP, Halliburton и Transocean, которые выявили систематические отказы в управлении риском, которые ставят под сомнение культуру безопасности всей отрасли”); см. также Hoffman, *сноска* 20, 2 (говорится, что авария “была цепью серьезных ошибок, сделанными людьми в критических ситуациях, связанных со сложными технологическими и организационными системами” (цитируется Robert Bea, профессор в области инженерного обеспечения в университете Беркли, штат Калифорния)).

¹⁵² Lewis, *сноска* 105, 49 (описывается авария на АЭС ТМІ-2 как “результат сочетания ошибок персонала, конструктивных недоработок и недостатков компонентов”).

¹⁵³ Президентская Комиссия по расследованию причин разлива нефти обнаружила различия между позициями компаний, занимающихся офшорной добычей нефти и природного газа в отношении безопасности, в зависимости от места проведения ими работ. Комиссия отметила, что с 2004 по 2009 г. человеческие жертвы в водных объектах США были в 4 раза выше в расчете на рабочий человеко-час, чем в европейских водных объектах, и пришла к выводу, что это различие усиливает вывод, что проблема была “не характерным признаком самого бизнеса, а скорее зависит от различных культур и систем регулирования, в рамках которых работают промышленные коллективы”. Commission Report, *сноска* 9, 225.

¹⁵⁴ В этой статье не рассматривается степень охвата нефтегазовой промышленности регулятивными органами и степень недостатка объективности, которая может приводить к более пристрастному контролю. Для тех, кто заинтересован в этой теме, следует обратиться к работе Emily Yehle, *Regulators Warned Oil Companies Before Offshore Inspections* (Регулирующие органы предупреждали нефтяные компании перед проверками офшорных объектов) – E&ENews PM (Sept. 22, 2010), <http://www.eenews.net/eenewspm/print/2010/09/22/2> (сообщается, что Генеральный инспектор Министерства внутренних дел отмечал “в последние годы выявлено, что инспекторы иногда считаются частью нефтяной промышленности, принимающими подарки от нефтяных компаний и сторон, обслуживающих эту отрасль”). Обсуждение того, как удаление требования Совета по качеству окружающей среды “анализа самого неблагоприятного варианта” в течение 1980-х годов способствовало тому, что регулирующие агентства не могли понять и обнаружить ожидаемые воздействия аварий с катастрофическими последствиями, которые предшествовали аварии нефтяной платформы *Deepwater Horizon*, можно найти в работе Housck, *сноска* 54, 11037-39. Housck также описывает экологические проверки различных стадий процесса разрешения на аренду участка, который привел к выдаче разрешения на проведение поисково-разведочных работ для бурения скважины Макоңдо, как “кучу матрёшек, входящих одна в другую, одинаково окрашенных и тех же самых вводящих в заблуждение вещей”. Там же, 11037.

давления на промышленность¹⁵⁵. В целях этой статьи достаточно повторить данные Президентской комиссии по рассмотрению причин пролива нефти о том, что “нормативы офшорной добычи нефти и природного газа в Мексиканском заливе США не были обоснованными, персонал был плохо укомплектован опытными кадрами, не был компетентным или умелым¹⁵⁶”, и что много подобного можно сказать в отношении “надежности” контроля NRC над АЭС перед аварией на ТМ1-2¹⁵⁷.

¹⁵⁵ Президентская Комиссия по расследованию причин разлива нефти сообщила, что Американский нефтяной институт (API) играл важную роль в сопротивлении новым регламентам, которые должны были бы сделать офшорные операции безопаснее, но должны были бы также привести к росту эксплуатационных затрат. См. Commission Report, *сноска* 9, 225. Комиссия также высказала мнение, что зависимость MMS (Служба управления полезными ископаемыми) от норм безопасности API, которые отражают “наименьший общий знаменатель – другими словами, нормы, которые могут легко соблюдать почти все операторы ... и подрывают всю федеральную систему регулирования”. Там же. См. также Harold Meyerson, *The Many Sins of Deregulation* (Много недостатков отмены регулирования), Wash. Post, Aug. 26, 2010, at A13 (“Слишком большое давление оказывалось на отмену регулирования бизнеса, когда при Администрации Клинтона MMS приняла “регулирование на основе результатов работы”, с помощью которого сами компании устанавливают нормы, в рамках которых они будут работать”); Yehle, *сноска* 154 (подробно излагается как один контролер предписал, чтобы инспектор не сообщал об инциденте о несоблюдении правил на платформе компании Exxon Mobil, интерпретировал ситуацию как “недоразумение”, и сообщал, что проблема с платформой все еще не была решена до сентября 2010 г., несмотря на несколько эпизодов невыполнения правил); Zygmunt J.B. Plater, *Learning from Disasters: Twenty-One Year After the Exxon Valdez Oil Spill, Will Reactions to the Deepwater Horizon Blowout Finally Address the Systemic Flaws Revealed in Alaska* (Обучаясь на катастрофах: через 21 год после пролива нефти с танкера Exxon Valdez должна быть реакция на аварию платформы Deepwater Horizon с проливом нефти, в конечном итоге с рассмотрением системных дефектов, выявленных на Аляске), 40 Entvl. L. Rep. 11041, 11042 (2010) (утверждается, что комиссия, созданная для выяснения эксплуатационных и организационных недостатков, приведших к аварии танкера *Exxon Valdez*, “отметила множество областей в ‘мега-системе’ добычи и транспортировки нефти, в которых официальные участники, как правительственные, так и корпоративные, запутались в культуре благодушия, тайного сговора и пренебрежения”).

¹⁵⁶ Staff Working Paper No. 21, *сноска* 8, 1. Персонал Комиссии также приписывает более высокую частоту фатальных исходов работающим в нефтегазовой промышленности США неспособности Министерства внутренних дел “использовать подход контроля на основе риска”. Там же.

¹⁵⁷ Один автор отметил, что послание “в защиту промышленного развития и против регулирования”, полученное Комиссией по атомной энергии (АЭС) от Президента и Конгресса, привело к “игнорированию промышленности организационных мероприятий для управления и эксплуатации АЭС, т.е. до аварии на ТМ1”, См. Rees, *сноска* 113, 31-32. Фактически до аварии на ТМ1-2 “поток заявок на получение разрешения в конце 1960-х и начале 1970-х годов” и “резко возросшие мощности отдельных блоков” переполнили NRC и привел к длительным отсрочкам в лицензировании. Walker, *сноска* 114, 41. Критики атомной энергии называли процесс лицензирования “спектаклем”, предназначенным для обеспечения цели NRC “лицензировать и строить ... АЭС как можно быстрее”. Там же, 43 (цитируется Steven Ebbin & Raphael Kasper, Citizen Groups and the Nuclear Power Controversy: Uses of Scientific and Technological Information 31 (1974)) [Полемика между гражданскими группами и атомной энергией: использование научной и технологической информации].”

А. Непосредственные причины аварий¹⁵⁸

Много факторов содействовало авариям с нефтяной платформой *Deepwater Horizon* и той аварии, которая зародилась на пите управления ТМІ-2. Среди этих причин были технические неисправности в ключевых компонентах на обоих объектах, неспособность производителей поделиться важнейшей информацией об этих проблемах с операторами объектов, ошибки операторов, которые имели место как до, так и в течение аварии, плохая связь между основным эксплуатационным персоналом и менеджментом и неадекватное обучение ликвидации чрезвычайных ситуаций.

1. Технические неисправности

Как буровая платформа, так и атомная электростанция сталкивались с важнейшими проблемами до аварий с *Deepwater Horizon* и ТМІ-2. Проведенный в 2009 г. аудит показал, что Transocean, владелец и оператор платформы *Deepwater Horizon* допускал значительное невыполнение работ по техническому обслуживанию¹⁵⁹. Одна исключительно важная работа во время аварии включала в себя ремонт, связанный с утечкой, которая произошла за несколько недель до аварии в подводном коллекторе управления противовыбросовой системы (ВОР)¹⁶⁰, элементе оборудования, который сыграл решающую роль в аварии¹⁶¹. В нарушение федеральных правил компания

¹⁵⁸ 17 февраля 2011 г. Главный юридический советник Комиссии опубликовал свой заключительный отчет о причинах аварии, в котором представлены намного более подробные подробности, чем в отчете от 11 января 2011 г. (Commission Report) и возлагается большая часть вины за аварию на ВР. См. Steven Mufson, *Federal Report Lays Bulk of Fault for Gulf Spill on BP* (В Федеральном отчете большая часть вины за пролив в Заливе на ВР), Wash. Post, Feb. 18, 2011, at A18 (проливается свет на некоторые данные в отчете). Копию заключительного отчета главного юридического советника можно получить на веб-сайте Комиссии, www.oilspillcommission.gov/. В предисловии к отчету сопредседатели Комиссии, бывший Администратор ЕРА Уильям Райли (William Reilly) (с 1989 по 1993 г.) и бывший сенатор Боб Грэхем (Bob Graham, демократ от штата Флорида) заявляют “с представлением четких, ясных и решительных подробностей, что Отчет характеризуется путаницей, недостатком информации, беспорядком и отсутствием внимания к основным проблемам безопасности и результатам испытаний, которые привели к смерти 11 человек и крупнейшему офшорному проливу нефти в истории страны”. Chief Counsel’s Report, *сноска* 70.

¹⁵⁹ Achenbach & Hilzenrath, *сноска* 66. Этот аудит выявил, что для обслуживания, которое не было выполнено, “требовалось более 3500 рабочих часов” и “ссылались на отложенную работу”, как “избыточную. Ian Urbina, *Workers on Doomed Rig Voiced Concern About Safety* (Рабочие на обреченной платформе высказывали опасения в отношении безопасности), N.Y. Times, July 22, 2010, at A1.”

¹⁶⁰ Achenbach & Hilzenrath, *сноска* 66. Противовыбросовая система является “пяти-этажную надстройку с клапанами сверху буровой скважины, которое может, в принципе, запереть и отключать неуправляемую скважину”. Hoffman, *сноска* 20. Одна из трубных плашек противовыбросовой системы, которая устанавливается вокруг буровой трубы и может блокировать движущийся вверх метан и жидкости, была заменена на неработающую испытательную версию; затем один из коллекторов управления системы, который приводил в действие срезную плашку, которая просекает буровую трубу и перекрывает скважину, имела полностью разряженную батарею. Там же.

¹⁶¹ В заключительном отчете главного юридического советника, однако, оправдывались дефекты противовыбросовой системы как “основная причина” прорыва скважины, так как буровая бригада только привела в действие оборудование, “в лучшем случае” перед прорывом скважины, и углеводороды из скважины, минуя противовыбросовую систему, быстро продолжали поступать в это время на буровую платформу. Даже, если бы система функционировала “безупречно, платформа должна

Transocean не прекратил работы на платформе, когда бурильная бригада обнаружила утечку в подводном коллекторе¹⁶². Кроме того, противовыбросовая система имела значительную просрочку по проверке, которая требуется по промышленным нормам¹⁶³, а у других ключевых компонентов, таких как запорные элементы ВОР и клапана, которые не срабатывали во время аварии, в течение десяти лет не проходили необходимой проверки¹⁶⁴. Фактически в течение девяти лет буровая установка ни разу не была в сухом доке для проведения ремонта¹⁶⁵. Во время аварии имелось, по крайней мере, 26 компонентов и систем на платформе, которые находились в “плохих” условиях или “неисправном состоянии”¹⁶⁶, включая “механические проблемы с балластной системой платформы ... которые могли непосредственно воздействовать на стабильность нефтяной платформы”¹⁶⁷. На нефтяной платформе была также нарушена герметизация двери, в плохом состоянии находились панели управления, и нужно было заменить диафрагму главного насоса¹⁶⁸. Данные, собранные Комиссией по исследованию причин про-

была бы взорваться и 11 человек погибли бы”. Chief Counsel’s Report, *сноска* 70, 198; см. также *Gaskets May Have Blown Out on Blowout Preventer*, Greenwire (Feb. 25, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2011/02/25/9> (сообщается, что срезные планшки рассекли и закрыли водоотделительную колонку, но возрастающая скорость сырой нефти достигла трубы в этот момент, что могло привести к разрушению прокладок оборудования).

¹⁶² Hoffman, *сноска* 20. Буровая бригада уведомила главную контору компании BP в Хьюстоне, которая не приостановила работы на платформе до тех пор, пока не будет ликвидирована утечка, и не уведомила о проблеме MMS. Там же.

¹⁶³ Katie Howell, *BP Should Have Shut Down Rig Works Before Explosion, Regulator Says*, (Регулирующий орган говорит, что BP должна была прекратить работы на нефтяной платформе до взрыва) Greenwire (July. 20, 2010), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2010/07/20/5> (отмечается, что противовыбросовая система “имела просрочку по проверке на 3-5 лет, согласно требованию производителя и Американского нефтяного института”). Согласно исследованию MMS, противовыбросовая система имела 117 неисправностей в течение двухлетнего периода на ОЭС на глубинах от 1300 до 6560 футов. См. Ноуск, *сноска* 54, 11035 (отмечается, что имелось 138 зарегистрированных неисправностей в водах Албании, Бразилии, Италии и Норвегии, которые явно не внушают доверие).

¹⁶⁴ См. Urbina, *сноска* 159, A1 (отмечается, что в отчете Transocean обнаружено, что “многие ключевые компоненты – включая запорные элементы ВОР и безаварийные клапана – не подвергались полной проверке с 2000 г., хотя руководства требуют проверки ВОР раз в 3-5 лет”); см. также Commission Report, *сноска* 9, 114-15 (сделано предположение, что отказ системы аварийной расстыковки ВОР, которая должна была закрыть срезную планшку противовыбросового устройства и отсоединить буровую трубу, мог быть результатом плохого обслуживания системы).

¹⁶⁵ Urbina, *сноска* 159,, A1 (цитируются слова одного рабочего на платформе: “за девять лет платформа Deepwater Horizon ни разу не была в сухом доке ... Только мы можем работать так много”).

¹⁶⁶ Там же.

¹⁶⁷ Там же.

¹⁶⁸ Там же. (“В то время как в отчете об оборудовании сообщается, что приборы на панелях управления находились в хорошем состоянии, была также ссылка на ряд проблем, включая нарушение герметизации двери, необходимость замены диафрагмы насоса продувки воздуха и нескольких сообщений об ошибках. Кольцевой превентор (элемент противовыбросового оборудования), большие клапана которого используются для управления скважинным флюидом, также характеризовался ‘чрезвычайными трудностями’ при обслуживании ...” (цитируется отчет компании Transocean об оборудовании). В этом отчете отмечается также, что “неверные показания датчика давления на нефтяной платформе, утечка некоторых частей плат-

лива нефти, относящиеся к техническим и механическим проблемам, которые привели к аварии, указывают, что это не было “одно неудачное или необычное событие, а скорее спровоцированная катастрофа”¹⁶⁹”.

ТМІ-2 имел сходные технические проблемы, начавшиеся с начала ее эксплуатации, поднявшие серьезные вопросы в отношении того, почему блок был выведен на полную мощность перед тем, как произошли неполадки. Со времени ввода в эксплуатацию блока до начала аварии этот блок был выключен 71% времени (195 из 274 дней¹⁷⁰). Согласно данным Комиссии Кемени, эта частота неисправностей значительно хуже, чем обычный показатель в 41%, который характерен для реакторов во время их периода пуска¹⁷¹. Многие из этих проблем операторы обнаружили в течение первого года эксплуатации реактора, которые были сходными с теми, которые случились во время аварии¹⁷². По сравнению с этим блоком, блок 1 имел образцовые показатели безопасности¹⁷³.

2. Сбои в системе информации

Помимо технических проблем, которые досаждали обоим объектам, компании, несущие ответственность за ключевые компоненты скважины Макондо и блока 2, не смогли обменяться важнейшей информацией о целостности этих компонентов с их владельцами и операторами. Например, важнейшие испытания по измерению стабильности цемента, использованного для пробки в скважине Макондо, проводились за день до аварии как часть обычных процедур временного оставления скважины¹⁷⁴, продемонстрировали аномалии, указывающие, что цемент был нестабильным¹⁷⁵. Этой информацией компания Halliburton, которая производила цемент, не поделилась с BP или Transocean¹⁷⁶. Transocean не поделилась также информаци-

формы и ошибочные решения рабочих в отношении использования испытанных уплотнителей были главной причиной несрабатывания насоса”. Там же.

¹⁶⁹ Achenbach & Hilzenrath, *сноска* 66. (“Катастрофа, как в настоящее время подтверждают данные, не была аварией в смысле одного неудачного или необычного события, а скорее спровоцированной катастрофой, которая произошла естественно вследствие решений менеджеров BP и других рабочих нефтяной компании на теперь уже затонувшей платформе”).

¹⁷⁰ Stern et al., *A Watchful Eye on the Black Ink* (Внимательно следить за прибылью), Wash. Post, Apr. 9, 1979, at A1 [далее Stern et al., *Black Ink*].

¹⁷¹ Там же A2; см. также Kemeny Commission Report, *сноска* 17, 43 (сообщается о повторных проблемах с фильмом конденсатоочистки в течение 18 месяцев, предшествовавших аварии, которые не были решены и “вероятно, инициировали последовательность событий 28 марта”).

¹⁷² С. Stern et al., *Black Ink*, *сноска* 170, A1 (отмечается, что блок 2 был отключен на две недели в январе вследствие проблем с системой охлаждения).

¹⁷³ *Three Mile Island: The Inside Story*, Nat’l Museum of Am. Hist., Behring Center, <http://americanhistory.si.edu/tmi/tmi03.htm> (last visited Oct. 4, 2011). Блок 1, который продолжал работать после аварии на блоке 1, установил в 2003 г. мировой рекорд “непрерывной работы водо-водяного ректора корпусного типа”, Lewis, *сноска* 103, 50.

¹⁷⁴ См., Chief Counsel’s Report, *сноска* 70, 128 (описываются “основные процедуры”, выполняемые в течение временного оставления скважины, включая проведение опрессовки снижением уровня.)

¹⁷⁵ Commission Report, см. *сноску* 9, 117-18.

¹⁷⁶ Там же, см. также Chief Counsel’s Report, *сноска* 70, 124 (указывается, что в то время как инженеры BP знали, что цементирование на скважине Макондо было трудной работой, и что инженеры Halliburton не отличались “качественной работой”, компания BP не проверила рецептуру цементного раствора (цитируется внутренний документ BP).

ей с ВР о “сходном потенциально опасном” инциденте с прорывом в течение процедур временного оставления скважины на одной из буровых установок в Северном море, который произошел примерно за четыре месяца до прорыва на скважине Макондо¹⁷⁷.

Такая же самая оплошность с обменом важнейшей информации случилась и в случае с ТМІ-2. Например, предохранительный клапан, предназначенный для спуска перегретой радиоактивной воды в корпусе под давлением блока 2, который не смог закрыться во время аварии вследствие механической неисправности, имел девять предыдущих ситуаций в реакторах “подобной конструкции”¹⁷⁸. Компания Babcock & Wilcox, производитель реактора для блока 2, не уведомила других операторов своих реакторов, включая Metropolitan Edison, об этой проблеме¹⁷⁹. В самом деле, почти полная цепь событий, которые произошли на ТМІ-2 в 1979 г., имела место на реакторе Babcock & Wilcox на АЭС Дэвис-Бесс компании Toledo Edison, но тогда операторы идентифицировали ситуацию и быстро решили проблему¹⁸⁰. Если бы любая такая информация была доступна для операторов в цитируемом блоке 2, “простой выход из строя элемента оборудования не завершился бы катастрофическим расплавлением активной зоны”¹⁸¹.

3. Аварийная эксплуатация

В дополнение к техническим неисправностям и сбоям в системе информации, которые имели место в обоих случаях, операторы нефтяной платформы и цита управления на АЭСЧ принимали плохие решения, которые фактически довели каждую аварию до катастрофы¹⁸². Эти ошибки привели к тому, что механические и технические проблемы в обоих случаях стали

¹⁷⁷ Chief Counsel’s Report, *сноска* 70, 230.

¹⁷⁸ Rees, *сноска* 113, 22.

¹⁷⁹ Cook, *сноска* 115, 54 (объясняется, что NRC и Babcock & Wilcox, производитель реакторов для блока 2 и АЭС Дэвис-Бесс, исследовали несрабатывание клапана на АЭС Дэвис-Бесс, но “не предупредили операторов подобных реакторов о принятии защитных мер”).

¹⁸⁰ Rees, *сноска* 113, 22 (отмечается, что исследователи в Управлении ресурсами в бассейне реки Теннесси и NRC имели “постулированную и проанализированную” всю последовательность событий, которые позднее случились на ТМІ-2).

¹⁸¹ Там же, 22-23 (отмечается также, что до аварии на ТМІ-2 не было нормативного требования или промышленной процедуры в отношении доведения информации об “аномальных событиях” для других энергетических компаний, или для анализа важности их для безопасности либо применимости для других станций); Senate Three Mile Island Hearing, примечания к сноске 18 (заявление Питера Лайонса (Peter V. Lyons), уполномоченного NRC (который сообщил, что, если бы информация об аварии на АЭС Дэвис-Бесс дошла до Metropolitan Edison и операторов блока 2, которые “продублировали бы реакцию оператора на АЭС Дэвис-Бесс, страна бы не столкнулась с аварией на ТМІ”).

¹⁸² Один комментатор отметил, “Катастрофа Deepwater Horizon явилась результатом многих человеческих ошибок и технических неисправностей в принимающей на себя риск корпорации, которая работает в отрасли промышленности с неэффективным регулирующим надзором”, Hoffman, *сноска* 20. Тот же самый комментатор критиковал решения ВР по включению использования одной направляющей обсадной колонны от устья скважины до конечного забоя ствола скважины вместо подвешенной потайной обсадной колонны от последней секции установленной и зацементированной обсадной скважины, использование шести центраторов обсадной колонны вместо рекомендуемых 21 центратора, и работы без использования цементомера, с помощью которого акустическим методом проверяется успешность связи цемента с обсадной колонкой и окружающими породными формациями, там же, 7.

существенно сложнее¹⁸³, чем, если бы при начальной ошибке или сбое операторы объектов понимали, что случилось. Как иллюстрируется ниже, эти сбои могут быть связаны как с неадекватным обучением, так и с неопределенным, сбивающим с толку потоком важной информации в течение каждой аварии, которую оператор либо игнорировал, либо неправильно интерпретировал. Печально, если любую из ошибок, которые произошли на любом объекте, можно было бы исправить в то время, когда они произошли, что могло бы предотвратить аварию¹⁸⁴.

Каждая бригада (смена) игнорировала сигналы раннего предупреждения и принимала сомнительные решения непосредственно перед или на ранних стадиях каждой аварии. Например, система аварийной сигнализации на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* была спроектирована для оповещения рабочих платформы и предотвращения того, чтобы горючие газы достигли потенциальных источников воспламенения, но оказалась непригодной, поскольку она часто срабатывала и лишала бурильную бригаду необходимого сна¹⁸⁵. Подобным образом в случае ТМІ-2 операторы центра управления все чаще игнорировали сигналы тревоги, поскольку они сраба-

¹⁸³ William R. Freudenburg (Уильям Фройденбург – американский ученый, ведущий специалист в области экологической социологии и социальной теории, исследовавший темы восприятия риска и причины ухудшения состояния окружающей среды) предполагал, что “ошибка человека является термином, основанным на суждениях о ценности ... который часто несовместимости человека с машинным оборудованием”, William R. Freudenburg, *Nothing Recedes Like Success? Risk Analysis and the Organizational Amplification of Risks* (Ничто не уменьшается так, как успех? Анализ риска и организационная амплификация рисков), 3 Risks: Issues in Health & Safety, 5, 6 (1992). Человеческие ошибки “обычно рассматриваются как ‘опаляемость’ отдельных участников рабочих, а не как ошибка любых более крупных организационных систем ... склонность, которую по самой природе можно предотвратить и (или) исправить ... и которые часто идентифицируются в официальных исследованиях, которые проводятся после аварий и технологических катастроф, как имеющих ключевые, лежащие в основе причинные факторы”. Там же, 6-7. Проблемы, которые Фройденбург приписывает отдельным рабочим, варьируются от “недостаточных уровней способностей (вследствие ограниченных уровней умственной одаренности, неадекватного обучения и отсутствия необходимой одаренности и т.д.) до ... низких уровней мотивации (лень, небрежность, употребление алкоголя/наркотиков и т.д.). Там же, 6. Существуют “стохастические ‘человеческие факторы’ или ‘стохастически предсказуемые’ проблемы”, которые могут быть инициированы “усталостью, негативной реакцией на стресс, случайными ошибками в суждениях или прозаично предсказуемыми ‘плохими днями’”. Там же, 7. Инженерные реакции на эти проблемы могут сделать ситуацию хуже вследствие проведения более обиденной и скучной работы. Там же 8.

¹⁸⁴ См. Commission Report, сноска 9, 120-121 (“Бурильная бригада и другие люди на нефтяной платформе также не заметили критических признаков грядущей катастрофы. Бригада могла предотвратить прорыв нефтяной скважины, или, по крайней мере, значительно, снизить его воздействие, если бы она реагировала своевременно и надлежащим образом ... Бригада должна была отвести поток за борт, когда глинистый раствор начал истекать с буровой площадки. В то время как в конечном итоге нельзя было предотвратить взрыв, отведение за борт должно было бы снизить риск воспламенения поднимающегося газа”); см. также Walker, сноска 114, 77 (“Вследствие механических неисправностей и ошибок оператора началась серия небольших нарушений, которые разрослись в серьезный кризис”).

¹⁸⁵ David S. Hilzenrath, *Technician: Deepwater Horizon Warning System Disabled* (Технический специалист: Система предупреждения на Deepwater Horizon оказалась непригодной), Wash. Post, July 23, 2010: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/07/23/AR2010072302515.htm?nav=emailpage>.

тивали все время¹⁸⁶. К тому же, бурильная бригада на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* приняла необъяснимое и неожиданное решение в свете преобладающей практики по замене тяжелого, но дорогого бурового раствора океанской водой¹⁸⁷ и установлению заглушки скважины ниже в трубе, чем это делается обычно, провоцируя движение газа вверх по трубе и снижая возможность бригады удерживать его¹⁸⁸. Операторы цита управления на ТМІ-2 сделали то, что представляется в ретроспективе в равной степени необъяснимым решением по выключению основных насосов, которые автоматически включаются на самых ранних стадиях аварии и должны удерживать активную зону реактора заполненной водой, предотвращая расплавление активной зоны¹⁸⁹. Кроме того, в нарушение правил NRC, все три клапана этой системы были закрыты для профилактического ремонта¹⁹⁰, таким образом, что даже если насосы не были отключены, они не могли бы подавать воду в реактор. Эти решения гарантировали, что активная зона будет расплавлена¹⁹¹.

¹⁸⁶ См. Larry Foulke, *Thirty Years After TMI: Five Lessons Learned* (Через 30 лет после аварии на ТМІ: Пять извлеченных уроков), Bull. Of Atomic Scientists (Mar. 23, 2009), <http://www.thebulletin.org/print/web-edition/features/thirty-years-afrt-tmi-five-lessons-learned> (цитируется оператор цита управления, который сказал: “Я бы желал не пользоваться панелью аварийной сигнализации. Она не даст нам никакой полезной информации”, а также отметил, что операторы были перегружены и обеспокоены “лавной тревожных сигналов”). К тому же, бурильная бригада на нефтяной платформе

¹⁸⁷ Achenbach & Hilzenrath, *сноски* 66 (дается ссылка на дополнительные примеры отказов в системе эксплуатации, включая решения менеджеров ВР “отказаться от типичного рутинного и требующего затрат времени теста с использованием акустического цементомера, с помощью которого можно определить трещины при цементировании скважины”, не “использовать 21 центратор для позиционирования скважины перед цементированием, а вместо этого использовать только шесть центраторов” и использовать “более дешевую конструкцию скважины, с меньшим количеством барьеров для поднимающегося газа, но стоящую на 7 или 10 млн. долл. меньше”). Буровой раствор играет решающую роль на стадии разведки месторождения при офшорной добыче: он препятствует выбросу нефти из трубы, и он должен оставаться на месте даже “при проведении манипуляций с высокотехнологичным оборудованием, так как стальные трубы установлены для извлечения нефти, так как обилие утечек указывает на масштабность проблемы ...” Benjamin Ross, *Danger Culture/ Safety Culture* (Культура опасности/ культура безопасности), Dissent, Winter 2011, at 7 (отмечается также, что это манипулирование “осуществляется с помощью дистанционного управления, с использованием линий связи, силовых кабелей и оборудования, втиснутого вместе в трубу, заполненную буровым раствором длиной в милю и шириной в дюйм”).

¹⁸⁸ Commission Report, *сноски* 9, 103 (обсуждается тот факт, что ВР установила цементную пробку ниже, чем разрешено, без разрешения MMS, и “глубже, чем обычно”). Комиссия также ссылается на решение ВР по установлению пробки ниже, чем обычно в разделительной колонне и по замене бурового раствора перед установлением пробки, как на факторы, которые “существенно повышают риск прорыва скважины”. Там же, 120.

¹⁸⁹ См. Walker, *сноски* 114, 76-77 (“Около четырех часов и 30 секунд аварии ... старший смены отдал распоряжение, чтобы один из насосов аварийного впрыск высокого давления был отключен, а другой резко задресселировать”).

¹⁹⁰ Stern et. al., *Pump Failure and Claxon Alert*, *сноски* 115, 3.

¹⁹¹ См. Walker, *сноски* 114, 77 (утверждается, что “в первые сто минут после начала аварии”, если бы POVR (предохранительный клапан принудительного действия) был закрыт, то ECCS (система аварийного охлаждения реактора) дала бы возможность “работать в соответствии с проектом”, или главный циркуляционный насос

Кроме того, было несколько ошибок, которые были допущены в течение каждой аварии, и которые мешали персоналу нефтяной платформы и АЭС предотвратить или, по крайней мере, ограничить последствия катастрофы¹⁹². Каждая бригада (смена) игнорировала или неправильно интерпретировала важнейшую техническую информацию, которая должна была информировать их о том, что развивается аномальная ситуация¹⁹³. В случае *Deepwater Horizon* использовали опрессовку снижением уровня для оценки целостности скважины, и при этом снова и снова демонстрировалось, что углеводороды проникали в скважину, когда этого не должно было быть¹⁹⁴. Бурильная бригада отказывалась верить в то, что они видели, члены бригады представляли различные объяснения аномалий до тех пор, пока они сами не убедились, что их предположение (что нефть не может проникать в скважину) было правильным¹⁹⁵. Бригада не заметила красноречивых свидетельств того, что произошел скачок давления, когда насосы были выключены как часть обычного процесса погашения скважины¹⁹⁶. Бригада также необъяснимо не провела проверки скважины на проявление, когда члены бригады наблюдали, что имелось аномальное давление между буровой тру-

ядерного реактора работал бы, “активная зона реактора оставалась бы защищенной и аварийная ситуация завершилась бы с минимальными воздействиями”).

¹⁹² В обоих случаях события развивались очень быстро, с минимальным временем для пресечения и исправления ошибок которые привели к авариям. См. Rees, *сноска* 113, 17 (отмечается, что ситуация может развиваться очень быстро, когда происходит неисправность, как это случилось на блоке 2, когда предохранительный клапан оказался в открытом положении, вследствие чего у менеджера осталось очень мало времени для исправления ситуации).. См. также Commission Report, *сноска* 9, 122 (отмечается, что группа бурения не имела достаточного времени для действий¹, так как взрыв предопределил то, что случилось с платформой приблизительно через 6-8 мин после того, как глинистый раствор сначала начал извергаться из скважины на палубу платформы).

¹⁹³ См. Hoffman, *сноска* 20. Robert Bea, проф. из университета в Беркли, штат Калифорния, назвал это поведение “нормализацией отклонения”, которое происходит, когда компания становится такой, что “работает на границе безопасности”, т.е. “рассматривает красные флаги как норму...” Там же. Красные флаги “появлялись неоднократно на скважине Маконо, с частотой, ускорившейся за четыре до прорыва скважины”. Там же.

¹⁹⁴ Commission Report, *сноска* 9, 119 (опрессовка снижением уровня “продемонстрировала повторно, что ... углеводороды проникали в скважину. Неспособность должным образом проводить и интерпретировать опрессовку снижением уровня стала основным способствующим фактором для прорыва скважины”). Одной возможной причиной этой неспособности было то, что ни BP ни Transocean не имели какой-либо внутренней процедуры для проведения или интерпретации такой опрессовки, и официально персонал не был обучен тому, как ее проводить. Там же. Кроме того, BP отказалась от практики проведения двух опрессовок снижением уровня; вместо этого BP отказалась от одной из них, а вторая, которая проводилась “на различной глубине, могла предоставить буровой бригаде еще одну возможность определить ... сигналы”. Chief Counsel’s Report, *сноска* 71, 134-35.

¹⁹⁵ См. Commission Report, *сноска* 9, 6. Комиссия ссылалась на бригаду компании Transocean, которая “начала с предположения, что скважина не могла фонтанировать, и продолжала проводить эксплуатационные испытания и представляла различные объяснения до тех пор, пока члены бригады не осознали, что их предположение было правильным”. Там же, 119.

¹⁹⁶ См. там же, 120-21, см. также Chief Counsel’s Report, *сноска* 71, 180-81 (комментируется, что в то время как бурильная бригада Transocean заметила аномально меньше чем за 15 мин до начала прорыва скважины, и закрыла скважину для исследования наличия нескольких аномалий, которые “должны были бы вызвать тревогу”).

бой и так называемой линией глушения скважины, которое должно было привести к немедленной остановке скважины¹⁹⁷.

Подобным образом операторы щита управления блока 2 не верили в показатели неправдоподобно высокой температуры и давления на трубопроводе с предохранительным клапаном принудительного действия и в здании защитной оболочки ядерного реактора, которые они видели на своих мониторах¹⁹⁸. Они думали, что приборы неправильно работают, в особенности, когда начали видеть серии из вопросительных знаков в течение 11 часов¹⁹⁹. Операторы игнорировали другие указания о том, что происходит серьезная авария, включая повышение уровней радиации в здании реактора²⁰⁰. Кроме того, ключевые мониторы не были видны операторам, пытавшимся управлять аварией²⁰¹, контрольно-измерительные приборы на щите управления не показывали, что предохранительный клапан был открыт, и не было инструментальных средств для информирования операторов об уровнях охладителя в активной зоне реактора²⁰².

¹⁹⁷ Commission Report, *сноска* 9, 121.

¹⁹⁸ Laurence Stern et al., *Too Little Information Too Late*. (Слишком мало информации – Слишком поздно), Wash. Post, <http://www.washingtonpost.com/wp/srv/national/longterm/tmi/stories/app2.htm> (last visited Jan. 2, 2012) [далее Stern et al., *Too Little Information Too Late*] (цитируется руководитель Надежности функционирования системы NRC, сообщивший, что NRC до полуночи 29 марта не смогла никого убедить, что эти треклятые измерения температуры что-то значили, поскольку люди, которые сталкивались с частичным расплавлением активной зоны, просто не верили в показания приборов).

¹⁹⁹ См. Stern et. al., *A Pump Failure and Claxon Alert*, *сноска* 115; см. также Foulke, *сноска* 186, 3 (“Необходимая информация не была легко доступна в удобной и понятной форме”).

²⁰⁰ Smithsonian, *Five Hours*, *сноска* 117.

²⁰¹ Senate Three Mile Island Hearings, *сноска* 18 (statement of Peter B. Lyons, Comm’r NRC – Питер Лайонс, уполномоченный Комиссии по ядерному регулированию) (сообщивший, что в ходе беседы с оператором в щитовом управлении в течение аварии он больше не думал, что “простое объяснение ошибки оператора проясняет то, что связано с событием”, а скорее, что “конструктивное оформление щита управления и контрольно-измерительной аппаратуры, имеющейся на нем, резко ограничивает возможности оператора понять ситуацию”). В случае ТМІ-2 неоднозначные и вводящие в заблуждение индикаторы, такие как световой индикатор клапана, сконструированные темными и которые действительно были темными в течение аварии, когда был закрыт предохранительный клапан принудительного действия (PORV), в действительности не отражали положение клапана. Walker, *сноска* 1156 73-74. Вместо этого, все, что сообщалось, это, что на приводные механизмы больше не подается электроэнергия. Там же, 174. Этот конструктивный дефект стал причиной отсрочки надлежащей реакции операторов щита управления. См. там же. Индикатор давления за PORV мог бы подсказать операторам, что клапан застрял в открытом положении, но он был расположен на семь футов выше и за приборными панелями, вследствие чего операторы должны были обойти вокруг панелей для определения условий в охладителе реактора, но они не были обучены этому, поскольку индикатор давления не был одним из тех индикаторов, которыми они пользовались после инцидента. Там же.

²⁰² См. NRC Backgrounder, *сноска* 112, 1. В течение двух часов после начала аварии операторы не осознавали, что предохранительный клапан мог застрять в открытом положении, и только через час после этого они поняли, что открытие клапана означает, что реактор мог работать без воды. См. Smithsonian, *Five Hours*, *сноска* 117. Хотя насосы питательной воды были снова включены, охлаждающая вода не могла проникнуть в расплавленную массу сплюснутых и расплавленных тепловыделяющих элементов, так что продолжался процесс внутреннего нагрева. См. там же.

И, наконец, каждая бригада (смена) также не придавала значения важнейшим системам безопасности, которые могли бы помочь в предотвращении или, по крайней мере, в минимизации последствий каждой аварии. Ключевые члены бригады на платформе *Deepwater Horizon* не смогли использовать оборудование безопасности, которое могло бы отвести плайф бурового раствора и газа за борт или закрыть скважину, отчасти потому, что они не прошли адекватного обучения тому, как пользоваться оборудованием²⁰³. В то время как эти действия не могли предотвратить взрыв, который привел к разрушению платформы, они “могли дать бригаде больше времени и, возможно, ограничили бы воздействие взрыва²⁰⁴”. Подобным образом, операторы блока 2 оказались не в состоянии предотвратить расплавление активной зоны реактор, возможно, потому что они никогда не были инструктированы в отношении того, как следует реагировать на аварии такого масштаба²⁰⁵.

4. Отказ каналов связи

Плохие решения, принятые ключевым персоналом, были усилены плохой или отсутствующей связью между ответственными сотрудниками в преддверии и на протяжении каждой аварии. В случае *Deepwater Horizon* некоторые предполагают, что отсутствие до аварии координации между Transocean и BP, как на нефтяной платформе, так и на суше, внесло вклад в прорыв скважины²⁰⁶. Бурильная бригада на нефтяной платформе и менеджмент в Хьюстоне не имели связи, когда характер работы скважины перестал отвечать стандарту²⁰⁷. Когда невероятное случилось и буровой раствор для глушения скважин начал проливаться на палубу нефтяной платформы, в отчетах после аварии было указано, что наблю-

²⁰³ См. Commission Report, *сноска* 9, 122 (Бурильная бригада не прошла адекватного обучения тому, как реагировать на такие чрезвычайные ситуации).

²⁰⁴ Там же, 121.

²⁰⁵ См. Kemeny Commission Report, *сноска* 17, 10. (“Обучение операторов ТМІ было крайне неполноценным. В то время как обучение могло быть адекватным для работы блока в нормальных условиях, недостаточное внимание уделялось возможным серьезным авариям. А глубина непонимания даже старших операторов реактора была такова, что они оказались не готовы иметь дело с чем-то приводящим в замешательство, как обстоятельства, в которых они оказались”; см. также Stern et al., *A Pump Failure and Claxon Alert*, *сноска* 115, 4 (сделан вывод, что решение по отключению аварийной системы охлаждения реактора вместе с более ранним решением по одновременному закрытию трех предохранительных клапанов и отводу радиоактивной воды от здания защитной оболочки ядерного реактора во вспомогательное здание сделало аварию более серьезной и привело к тому, что операторы не могли изменить ситуацию в противоположную сторону или хотя бы минимизировать последствия аварии).

²⁰⁶ В отчете главного юрисконсульта отмечается, что “неадекватная связь и чрезмерная изолированность информации внесли вклад в прорыв скважины Макондо”. См. Chief Counsel’s Report, *сноска* 71, 227. В нем дается ссылка на то, что цементирование и процессы временного оставления скважины являются ключевыми примерами неспособности наземных инженеров BP информировать о рисках рабочих BP и контрактный персонал на нефтяной платформе. Там же, 228.

²⁰⁷ См. там же 229-30 (сообщается, что вице-президент BP, который был на нефтяной платформе перед прорывом нефтяной скважины и которого спросили по электронной почте в отношении опрессовки снижением уровня, которая свидетельствовала об “эффекте вздутия пласта”, не дал никаких консультаций и не сообщил об этом никому из наземных инженеров в штаб-квартире компании в Хьюстоне).

дался хаос, и никто (на платформе и вне ее) четко не отвечал за координацию действий при аварии²⁰⁸.

Подобным образом, по мере развития событий при аварии на ТМІ-2 не было специальных открытых линий связи между АЭС и любым штатным или окружным управлением, отвечающим за подготовку к чрезвычайным ситуациям, не говоря уже о NRC в Бетесда (пригород Вашингтона в штате Мэриленд)²⁰⁹. На ранних стадиях аварии была минимальная связь между операторами пшита управления блока 2 и менеджментом компании²¹⁰; даже через много часов после этого, когда ситуация с активной зоной реактора стала угрожающей, никто не обратился в NRC²¹¹. Ближайший город не был оповещен о том, что случилось до следующего дня²¹². Кроме того, компания не сообщила официальным представителям штата или федерального правительства о том, что в первый день аварии мог быть небольшой взрыв водорода в здании защитной оболочки ядерного реактора²¹³. Один из

²⁰⁸ Hoffman, *сноска* 20. Для получения представления об аварии, включая кромешный ад, который имел место на палубе нефтяной платформы после пожара, см. Commission Report, *сноска* 9, ch. 1.

²⁰⁹ “Центр аварийного реагирования NRC не имел специальных линий связи от АЭС или системы передачи информации”, Walker, *сноска* 114, 92. Руководитель отдела регулирования NRC жаловался в отношении “чрезмерно неадекватной связи” с участниками, рекомендуя “установку специальных [телефонных] линий связи между участком (станцией), Белым Домом, NRC и управлением губернатора”, включая красный телефон, соединяющий его непосредственно с коммутатором Белого Дома. Там же, 146-47. Общее обсуждение проблем приводится также в chs. 4-5.

²¹⁰ См. Rees, *сноска* 113, 17 (объясняется, что менеджеры компании не были задействованы в ежедневных работах АЭС перед аварией на ТМІ-2; после аварии это было идентифицировано как “одна из первоочередных проблем безопасности и надежности в ядерной энергетике (цитируется определение Института по эксплуатации АЭС).” Этот образец руководства ядерных компаний не занимается черной работой) был моделью, которой следовала энергетическая отрасль, когда происходило управление электростанциями на ископаемом топливе, когда “по существу ... менеджер станции позволял делать все”. Там же, 18 (цитируется главное должностное лицо ядерной компании).

²¹¹ См. Kemeny Commission Report, *сноска* 9, 101 (сообщается, что Регион 1 NRC (штаты Коннектикут, Делавэр, Мэн, Массачусетс, Нью-Гемпшир, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Пенсильвания, Род-Айленд, Вермонт и Столичной округ Колумбия) не узнал об аварии почти в течение 4 часов после ее начала, пока менеджмент станции не понял, что надо объявить об “аварийной ситуации на площадке АЭС” или “общей чрезвычайной ситуации” и провел эвакуацию вспомогательного здания).

²¹² Laurence Stern et al., *How the Crisis Was Managed (Как происходило управление кризисной ситуацией)*, Wash. Post, Apr. 9, 1979, at A1 [далее Stern et al., *How the Crisis Was Managed*], имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch2.htm>. Мэр г. Гаррисберг узнал об аварии после телефонного звонка от радиостанции Бостона, в котором спросили о его реакции на ядерную аварию. Kemeny Commission Report, *сноска* 17, 104.

²¹³ Laurence Stern et al., *Danger of Day 3 – Nuclear Shower If Core Melts (Опасность в 3 день – Ядерный дождь, если расплавляется активная зона)*, Wash. Post, Apr. 9, 1979, at A1, имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch6.htm>; см. также Stern et al., “Too Little Information Too Late”, *сноска* 198 (сообщается, что руководитель Надежности функционирования систем сообщил Уполномоченным: “Мы только узнали, я не знаю почему, три часа назад о том, что в полдень первого дня, через 10 часов после начала аварии, что под кошаком реактора был скачок давления на 28 фунтов. Мы предполагали, что мог быть взрыв водорода. Сотрудники станции по каким-то причинам не сообщали об этом до утра. Мы бы знали ключ к разгадке намного часов раньше ...”).

уполномоченных NRC позднее обнаружил, что для NRC потребовалось пять недель, для того чтобы узнать о том, что операторы блока измеряли температуру ядерного топлива, которая была вблизи точки плавления, и они не узнали об этом по истечении нескольких лет, пока не был открыт корпус реактора в 1984 г., что почти половина ядерного топлива уже расплавилась, когда компания сообщила об аварии в NRC²¹⁴. Как сообщил руководитель службы регулирования безопасности ядерных реакторов NRC Harold Denton (Харольд Дентон) на встрече с уполномоченными:

Мне всегда кажется, что всегда поучаем информацию из вторых, третьих рук; домысливаем ее. Мы должны настаивать на том, чтобы председатель NRC переговорил с владельцем компании или кем-то из ее руководства, кто должен информировать нас о том, что происходит, заблаговременно, если он может, и о том, что он намерен делать, если не может дать информацию. Мы такого контакта не имеем²¹⁵.

Это нежелание делиться информацией затрудняет реакцию федерального или штатного правительства на чрезвычайные ситуации и их последствия.

Компания Metropolitan Edison также мало что могла поведать NRC и официальным представителям штата Пенсильвания о масштабе аварии²¹⁶ и некоторых действиях после аварии, таких как перепуск пара с блока²¹⁷ и сброс радиоактивной воды в реку Саскуэханна²¹⁸. Говорить о том, что хаос царил в дни, когда происходила авария на ТМІ-2, будет явным преуменьшением, так как руководящий персонал станции и правительства штата, а также губернатор штата Пенсильвания пытались выяснить, что случилось, оценить тяжесть последствий аварии и определить, какой должна быть соответствующая реакция²¹⁹.

²¹⁴ См. Victor Gilinsky, *Behind the Series of Three Mile Island (За серией событий на Три-Майл-Айленд)*, Bull. Of Atomic Scientists (Mar. 23, 2009), <http://thebulletin.org/web-edition/features/behind-the-series-of-three-mile-island>.

²¹⁵ Stern et al., *“Too Little Information Too Late”*, сноска 198. Stern et al. также цитирует уполномоченного Hendrie, который сказал: “Мы работаем почти вслепую. Информация от губернатора Торнбурга неясная, для меня она не существует, и я не знаю, каким образом двое слепых могут принять какие-то решения ...” Там же.

²¹⁶ Официальные представители компании Metropolitan Edison были “в общем” информированы о развитии чрезвычайной ситуации на АЭС и информировали местные управления гражданской обороны, мэров и официальных представителей штата, хотя они ничего не сообщили NRC, пока не прошло трех часов. Stern et al., *How the Crisis Was Managed*, сноска 212.

²¹⁷ Laurence Stern et al., *A Disturbing Signal of Vented Radiation*, Wash Post, Apr. 9, 1979, at A1, *имеется* <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch5.htm>. Операторы перепускали пар для сброса давления в сборный резервуар АЭС без информирования штатных или федеральных официальных представителей, что привело к принятию чрезвычайных плановых действий для защиты местных жителей теми же самыми официальными представителями, которые не знали о том, что высокие уровни радиации не были частью “распространения аварии”. Там же.

²¹⁸ Stern et al., *The Tough Fight to Confine the Damage*, сноска 111, 4 (объясняется, что компания сбросила радиоактивную воду в реку Саскуэханна из переполненных сборных резервуаров станции без разрешения Департамента окружающей среды и природных ресурсов штата Пенсильвания или NRC, и без оповещения населённых пунктов, расположенных ниже по течению реки).

²¹⁹ В штаб-квартире NRC в Вашингтоне “недооценили серьезность аварии” в течение первых 48 часов, а затем перестарались с рекомендацией, чтобы губернатор штата Пенсильвания Ричард Торнбург эвакуировал беременных женщин и маленьких детей и запросил четверть миллиона бутылок йодистого калия для блокирования поступления в организм радиоактивного йода у FDA (Управление по контролю

5. Сбой системы аварийного реагирования

И, наконец, сами по себе обе аварии и последующий ущерб можно было бы предотвратить, или, по крайней мере, снизить их опасность, если бы рабочая смена, менеджмент компании и правительственные агентства (включая штатное и местное правительство) были бы лучше обучены тому, как реагировать на чрезвычайные ситуации²²⁰. В каждом случае неадекватное планирование²²¹, обучение²²² и обмен информацией означают, что

качества пищевых продуктов и лекарственных средств). *Three Mile Island: The Inside Story — Five Days of Crisis*, Smithsonian Nat'l Museum of Am. Hist., <http://americanhistory.si.edu/tmi/tmi04.htm> (last visited Sept. 3, 2010). NRC также повысила уровень тревоги у соседних жителей, сообщив репортерам о том, что была возможность взрыва на станции, который мог бы потребовать эвакуации людей в радиусе от 2 до 10 миль. Там же, 2.

²²⁰ См. Freudenburg, *сноска* 183, 14 (объясняется, как организационные нарушения создают риски безопасности). Фройденбург использует аварию танкера *Exxon Valdez* для иллюстрации важности готовности к авариям с катастрофическими последствиями, и почему учебная отработка действий необходима, в дополнение к всесторонним планам аварийных мероприятий. В действующих до настоящего времени планах на случай аварий установлены планы доступности и скоординированного использования оборудования для реагирования в случае возможных аварий различными агентствами и открытыми каналами связи “между ранее конкурирующими или даже враждебными организациями”, но реальная ситуация совершенно иная. Там же, 26. Например, Фройденбург отмечает, что “дезорганизация, по-видимому, намного чаще встречается, чем информационное взаимодействие; ряд важных шагов либо не удается предпринять, либо все проваливается вследствие разногласий между организациями. Вместо эффективной координации своей деятельности как элементов хорошо составленной компьютерной программы различные организации, которые задействованы в проливе и очистке, часто, по-видимому, больше заинтересованы в обвинении друг друга”. Там же.

²²¹ Согласно данным Комиссии по расследованию причин пролива, как промышленности, так и правительство были “ужасающе не готовы” реагировать и ограничивать масштаб прорыва скважины Макондо — “у всех сторон отсутствовал адекватный план действий в чрезвычайных ситуациях, и ни правительство, ни промышленность не делали достаточных инвестиций в исследования, разработки и демонстрации для усовершенствования технологий сдерживания или реагирования”. Commission Report, *сноска* 9, 243. Эта неэффективность имеет место, несмотря на обещания промышленности, сделанные после пролива танкера *Exxon Valdez*, которая должна была взять обязательства по значительному финансированию соответствующих усилий. Там же. См. Platter, *сноска* 155 (сравниваются системные сходства между авариями *Exxon Valdez* и *Deepwater Horizon*, и делается предположение, что рекомендации исследования причин и неудачных действий на Аляске при реагировании на аварию *Exxon Valdez* должны были бы использованы в качестве информации при реагировании на аварию *Deepwater Horizon*).

²²² См. Chief Counsel's Report, *сноска* 71, 236 (“BP и Transocean неадекватно обучили свой персонал”, в особенности в отношении “мониторинга резких отклонений в течение окончания бурения скважины, деятельности, не связанной с бурением, такой как временное оставление скважины”, и “как реагировать на чрезвычайные ситуации” типа того, что случилось на нефтяной платформе *Deepwater Horizon*); см. также Walker, *сноска* 14, 75 (объясняется, что в то время как операторы TMI котировались выше среднего квалификационного экзамена NRC, “опыт и обучение операторов при исполнении служебных обязанностей на TMI-2, когда произошла авария, и подкрепление, которое вскоре потребовалось, свидетельствует о том, что они не были готовы справиться с ухудшившимися условиями на блоке”. Они были обучены только реагированию на незначительные, обычные неисправности, и в результате у них не разработались “аналитические навыки, необходимые для решения неожиданных проблем”).

ключевые задействованные стороны не были адекватно подготовлены к тому, чтобы иметь дело с рисками аварий с катастрофическими последствиями. Неспособность обучить операторов тому, как реагировать на чрезвычайные ситуации такого вида, которые имели место на обоих объектах, и как “обращаться” с важнейшим оборудованием типа срезной плашки противовибросового оборудования, могла внести вклад в то, чтобы эти системы не были использованы, как они проектировались²²³.

В случае офшорной добычи нефти и природного газа до ситуации с *Deepwater Horizon* “федеральный надзор в области плана действий в случае проливов главным образом сводился к принятию того, что операторы в нефтяной промышленности говорили, что они могут сделать, а не требованию, чтобы они продемонстрировали, что они действительно могут сделать²²⁴”. В течение чрезвычайных событий на платформе *Deepwater Horizon* “оборудование механического реагирования ... было в явном недостатке”; крайне необходимые боновые заграждения должны были быть доставлены с Аляски, а нефтесборщики – из Норвегии²²⁵. Эти меры были необходимы, несмотря на тот факт, что Закон о запрещении загрязнения прибрежных вод нефтью²²⁶, дополненный Распоряжением Президента²²⁷, налагал “множество требований по планированию разливов нефти, готовности и реагированию на стационарных и плавающих объектах, задействованных в разведке, разработке и добыче нефти и природного газа на внешнем континентальном шельфе²²⁸”. С некоторым запозданием новый директор Бюро управления энергией океана, регулирования и правоприменения (BOEMRE) признал, что авария *Deepwater Horizon* прояснила, что офшорные компании по добыче нефти и природного газа не имели “достаточных возможностей по локализации последствий крупных проливов²²⁹”. С учетом нехватки оборудования не было удивительно для экспертов, что нефть не будет утилизирована и будет оставлена в покое на многие месяцы²³⁰.

²²³ Commission Report, *сноска* 9, 122; Walker, *сноска* 114, 75; Stern et al., *A Pump Failure and Claxton Alert*, *сноска* 115, 4.

²²⁴ Robertson, *сноска* , A1; *см. также* Hoffman, *сноска* 20 (отмечается, что планы реагирования на офшорные проливы нефти были “часто шаблонным воспроизведением плана на одной скважины для другой”); и отмечается, что план реагирования BP на работы в Мексиканском заливе “имели ссылки на тюленей и моржей, которые не были обнаружены в этом водном объекте и были перечислены ученые, которые погибли”).

²²⁵ Robertson, *Efforts to Repel Gulf Spill*, *сноска* 3, A16.

²²⁶ 33 U.S.C. §§ 2701-2762 (2006).

²²⁷ Exec. Order No. 12777, 56 Fed. Reg. 54757 (Oct. 18, 1991); *см.* Robertson, *сноска* , A1 (объясняется, что Распоряжение Президента дополнило Закон о запрещении загрязнения прибрежных вод нефтью от 1990 г.)

²²⁸ Commission Report, *сноска* 9, 80; *см. также* Robertson, *сноска* , A1 (“Через год после того, как танкер *Echelon Valdez* сел на мель, конгрессмены приняли федеральный закон о запрещении загрязнения прибрежных вод нефтью для обеспечения того, чтобы имелись планы на случай проливов нефти, для того чтобы усилия по реагированию были быстрыми, с четкой ответственностью каждого участвующего. Требуется, чтобы каждый регион страны имел план действий в чрезвычайных обстоятельствах, адаптированный к своей географии, для реагирования на пролив”).

²²⁹ Jad Moouawad, *4 Oil Firms Commit \$1 Billion for Gulf Rapid-Response Plan (4 нефтедобывающие фирмы вложили 1 млрд. долл. в План быстрого реагирования в Заливе)*, N.Y. Times, July 22, 2010, at B9.

²³⁰ Robertson, *сноска* , A16 (цитируется ответ консультанта, сказавшего: “Я не думаю, что есть хотя бы один человек в мире, который бы считал, что нефть после пролива будет обвалована и утилизирована”); *см. также* Moouawad, *сноска* 229, B9 (цитируется эксперт в области энергетики, сказавший: “Компании используют свои технологии

10 марта 2009 г. BP передала план разведочных работ MMS, конфиденциально заявив, что “в случае непредвиденного прорыва нефтяной скважины ... маловероятно воздействие на основе промышленных стандартов для использования испытанного оборудования и технологии ” для реагирования на такой прорыв²³¹. Однако никто в нефтяной промышленности не имеет проверенного оборудования или технологии, не говоря уже о плане действий в чрезвычайных обстоятельствах в случае аварии с катастрофическими последствиями на такой глубине как скважина Макондо²³². В отрасли глубоководного бурения просто “не разработан план для низкой вероятности проливов нефти, события с серьезными последствиями, когда все кончается неудачей”²³³. Когда авария произошла, согласно данным рабочего на нефтяной платформе, “ситуация была очень хаотичной ... Не было последовательности команд, никто не был ответственным”²³⁴. Хотя для нефтяной платформы имелись планы действий в чрезвычайных ситуациях, включая места, в которых члены бригады собираются в случае чрезвычайной ситуации, бригада не имела практического опыта в принятии мер предосторожности²³⁵. Кроме того, отсутствие согласия между Transocean и BP и различными правительственными агентствами в отношении масштабов разлива и возможных способов прекращения и ограничения потока нефти также замедлило реакцию, и по всей видимости сделало все меры борьбы с проливом намного менее эффективными, чем должно было быть²³⁶.

В случае ТМ1-2 не существовал план эвакуации жителей соседних городов²³⁷. Если бы требовался план эвакуации, пораженные воздействием мест-

для добычи нефти с большой глубины, но у них нет адекватного плана вмешательства на таких глубинах или для сдерживания крупных проливов”. И отметивший, что “BP потребовалось почти три месяца для окончательного закрытия фонтанирующей нефтяной скважины в Заливе, после повторных неудач с установкой пробки на скважине с использованием набора устройств для временного ремонта”).

²³¹ Hoffman, *сноска*, 20 (опущено внутрифирменное цитирование).

²³² Там же.

²³³ Там же (цитируется Greg McCormack, директор Техасской службы распространения знаний в нефтяной промышленности).

²³⁴ См. там же 12 (цитируется Карлос Рамос, рабочий на нефтяной платформе).

²³⁵ Там же (“Хотя платформа имела места сбора и планы действий в чрезвычайных обстоятельствах, члены бригады никогда не практиковались в принятии мер предосторожности, без предупреждения для имитирования реальной катастрофы”).

²³⁶ Существовали трения между губернатором штата Луизиана и сотрудниками аварийно-спасательного управления Береговой охраны США, а штатные и местные официальные представители отвергли планы борьбы с проливом и создали свои собственные “структуры реагирования на чрезвычайные ситуации”. См. Commission Report, *сноска* 9, 138-39. Были конфликтующие мнения в отношении того, должна ли BP быть “партнером” в реакции на пролив. Там же, 136. Не было “четкой связи между ответственностью Национального руководителя штаба управления по борьбе с разливом (которым был назначен адмирал в отставке США Тед Аллен) и ответственность Федерального координатора работ на месте пролива”, оба из которых играют важную роль в ликвидации последствий пролива. Там же, 136. Следует учитывать также “войны за боновые заграждения” между Береговой охраной США, губернаторами штатов и местными приходами, где должны были быть размещены боновые заграждения для перехвата пролитой нефти и “борьбу между штатом Луизиана, Инженерным корпусом Вооруженных сил, Национальной системой контроля инцидентов и, в конечном итоге, Белым Домом”. Там же, 153-54.

²³⁷ См. Stern et al., *How the Crisis Was Managed*, *сноска* 212.

ные населенные пункты, должны были бы получить убежище²³⁸. В некоторых местах во время кризиса телефонные линии были либо перегружены, либо прекратили работу²³⁹. Усилия по реагированию на чрезвычайную ситуацию стали более организованными и эффективными, когда федеральное правительство приняло на себя планирование любыми действиями по эвакуации, которые могли потребоваться²⁴⁰. Однако трения между компанией и NRC в отношении того, кто должен отвечать за контроль аварии, привели к обострению и конфликтам в отношении того, что случилось на площадке АЭС, и требовалась ли эвакуация²⁴¹.

В. Косвенные причины аварий

Если отойти от частностей аварий и непосредственных причин их возникновения, некоторые проблемы в компаниях, которые владели и эксплуатировали нефтяную платформу и блок 2 АЭМ, могли вносить косвенный вклад в аварии. Среди этих факторов имеется экономическое давление, с которым сталкиваются эти компании, и концентрация внимания на инженерных средствах для предотвращения или контролирования аварий.

1. Экономическое давление

Экономическое давление играет важную роль в решениях, принимаемых компаниями, которые являются владельцами и эксплуатируют нефтяные платформы и электростанции, перед каждой аварией, и оно может стать причиной того, что эти компании будут идти в обход некоторых правил и выбирать менее дорогие, но рискованные подходы к некоторым проблемам. Например, в результате аварии на *Deepwater Horizon* один рабочий отметил, что на нефтяной платформе превалировала атмосфера “эксплуатировать, ломать, ремонтировать”²⁴². Конфиденциальное обследование Группы судо-

²³⁸ Например, компания Metropolitan Edison не сообщила мэрам соседних городов об аварии в течение нескольких дней после аварии. См. там же.

²³⁹ Там же, 4; см. также Stern et al., *A Tough Fight to Confine the Damage*, сноска 11, 4 (“Что могло бы стать завершающим ударом в день аварии, произошло в полдень в четверг, когда все телефонные сообщения прекратились между пилотом управления АЭС и постом управления на другом берегу реки. В течение нескольких часов сотрудники станции пытались держать ситуацию под контролем, используя переносные рации ... Вся ситуация – просто неправдоподобная”).

²⁴⁰ См. Stern et al., *Danger of Day 3*, сноска 213 (описана подготовка федерального правительства для эвакуации населения района и для мониторинга аварийной радиации на сумму в 1,7 млрд. долл.).

²⁴¹ Stern et al., *Black Ink*, сноска 169, А2. Различная информация, передаваемая федеральным правительством и компанией, привела к тому, что жители желали знать, кому верить. Lawrence Stern et al., *Inhabitants Wonder What to Believe* (*Жители интересуются, чему верить*), Wash. Post, Apr. 11., 1979, at A1, имеется на <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/national/longterm/tmi/stories/ch14.htm> (описывается замешательство в отношении воздействия аварии на здоровье жителей и потери доверия к компании и атомной энергии, вообще, и давались комментарии о “семенах тревоги, недоверия и раздражения, посеянных первыми тревожными сообщениями с АЭС ТМІ, и обогащенные замешательством и противоречиями, которые были характерны для официальной реакции на кризис”).

²⁴² Urbina, сноска 158, А1. Согласно одной статье, “Рабочие говорили, что компания не планирует проводить работу надлежащим образом, и они “часто сталкивались с опасной ситуацией на платформе”. Некоторые рабочие также выражали озабоченность в отношении неудовлетворительной надежности оборудования”, что, как они полагали, является результатом приоритета бурения перед планируемым обслуживанием”. Там же. В той же самой статье отмечалось, “Система Transocean для отслеживания

вого регистра Ллойда, морской организации, управляющей рисками, проведенное в течение нескольких недель до аварии, показало, что многие рабочие компании Transocean выражали озабоченность в отношении практики обеспечения безопасности, но опасались репрессий за сообщения об опасных условиях работы²⁴³; другие говорили, что члены бригады не могли понять протоколы о безопасности²⁴⁴. В обследовании сообщается, что только около половины проинтервьюированных рабочих говорили, что они чувствуют, что могут сообщать о действиях, ведущих к потенциальной 'рискованной' ситуации, не опасаясь репрессий, и делается вывод, что "этот страх был вызван решениями, которые принимались в Хьюстоне, а не теми, которые принимали руководители на платформе²⁴⁵".

Согласно некоторым данным, ВР также способствовала культуре, при которой небезопасное поведение не было чем-то необычным²⁴⁶. Перед аварией платформы *Deepwater Horizon* ВР "возглавила промышленную волну снижения затрат и слияния²⁴⁷", сокращая издержки, увольняя инженеров и передавая выполнение многих важных функций сторонним организациям, которые ставят компанию в зависимость от внешних подрядчиков²⁴⁸. ВР

проблем здоровья и безопасности на нефтяной платформе оказалась 'контрпродуктивной'. Многие рабочие вводили фальшивые данные в попытке обмануть систему, известную как 'Смотри, думай, действуй, усиливай, следи ...'. В результате восприятие компанией безопасности нефтяной платформы было искажено ...". Там же, А17.

²⁴³ Там же ("Конфиденциальное обследование рабочих на *Deepwater Horizon* в неделю перед взрывом нефтяной платформы показало, что многие из них были озабочены вопросами техники безопасности и опасались репрессий, если они будут сообщать об ошибках или других проблемах"); см. также Commission Report, сноска 9, 224 (описание обследования).

²⁴⁴ Chief Counsel's Report, сноска 71, 222 ("в апреле 2010 г. оценка компании Transocean также выявила, что бригада не понимала систему обслуживания"). Обследование Ллойда также имело сведения о том, что "бригады Transocean не всегда знали, что они делают. Контактный персонал бригад потенциально работал с установкой, что члены бригады верили, что они полностью информированы обо всех опасностях, когда была высокая вероятность, что это не так". Commission Report, сноска 7, 224 (цитируется Consulting Services Lloyd's Register EMEA Aberdeen Energy, North American Division Summary Report 29 (2010)).

²⁴⁵ Urbina, сноска 1596 А17 (цитируется обследование Ллойда).

²⁴⁶ Управляющий директор ВР Роберт Дадли (Robert Dudley) отрицал, что "за нарушения культуры производства в ВР следует 'бросить упрек' в верение аварий". Sarah Lyall, *In BP's Record, a History of Boldness and Costly Blunders* (В отчетных материалах ВР, История самоуверенности и дорогостоящие грубые ошибки), N.Y. Times, July 13, 2010, at 1. Конгрессмен Ваксман (Waxman), однако, отметил, что "имеется разительное противоречие между словами и делами ВР. Вы (ссылка на Tony Hayward – Тони Хейворда, бывший Генеральный директор ВР) приняли решение сделать безопасность высшим приоритетом ВР. Но под вашим руководством ВР принимает на себя чрезмерные риски. ВР идет в обход правил для экономии миллионов долларов сейчас и через несколько часов ... И теперь все побережье Мексиканского залива платит за это". Там же. См. также Elana Schor, *Senators Rap BP Official for Record of OSHA Violations* (Сенаторы критикуют руководство ВР за регистрацию нарушений OSHA – Управление по охране труда и промышленной гигиене при Министерстве труда), *Greenwire* (July 22, 2010), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2010/07/22/3> (сообщается, что один член комитета Сената по расследованию регистрации нарушений OSHA компанией ВР выяснил, что "утверждения ВР о приоритете проблем безопасности является 'односмысленными' с учетом ее регистрации нарушений").

²⁴⁷ Lyall, сноска 246, А14.

²⁴⁸ Там же, А14 ("Г-н Браун (John Browne – бывший Генеральный директор ВР) ... беспощадно сокращает затраты ... передает выполнение многих операций сторон-

также проводит крупные, рискованные проекты и использует рискованные процедуры для экономии времени и денег без принятия адекватных шагов для “ограничения дополнительного риска”²⁴⁹. В этом отношении компания отличается от некоторых конкурентов²⁵⁰. Стремительное строительство и использование ВР в Заливе родственной нефтяной платформы *Deepwater Horizon*, а именно *Thunder Horse*, является примером нечувствительности к

ним организациям и увольняет десятки тысяч работников, включая многих инженеров”). Еще одна причина, почему ВР и промышленность в целом имели недостаточное количество опытного персонала, может быть связана с тем, что промышленность избавилась от большинства исследовательских возможностей, а научные исследования хронически недофинансируются. Commission Report, *сноска* 9, 243. Заполнить такую брешь контрактным персоналом проблематично, и это сильно замедляет принятие решений”. Там же, 229.

²⁴⁹ Lyall, *сноска* 246, A14 (дается ссылка на предварительные данные Комитета по энергетике и торговле Палаты представителей, который пришел к выводу, что “по существу, представляется, что ВР повторно выбирает рискованные процедуры, для того чтобы снизить издержки и сэкономить время и минимизировать усилия по ограничению дополнительных рисков” и, а также отмечается, что “в отличие от некоторых более осторожных конкурентов бывший Генеральный директор ВР Браун игнорировал небольшие проекты и искал самые рискованные, самые дорогостоящие, и потенциально самые прибыльные рискованные затеи – ‘слонов’ в промышленном жаргоне (высокодоходное нефтяное месторождение, которое может дать не менее 500 млн. баррелей нефти). При этом курс акций ВР более чем удвоился, а дивиденд наличным угролся, сделав ее любимчиком инвесторов”); см. также Freudenburg, *сноска* 183, 12 (утверждается, что иногда “отсутствие организационных обязательств для управления риском может стать доминирующим источником реального риска”). Houck, *сноска* 54, 11034 (сообщается, что только 20 млн. долл. (0,05%) из 35 млрд. долл. ВР инвестировала в разведку новых месторождений нефти и природного газа в период с 2007 по 2010 г. на исследования и разработки для предотвращения и реагирования на аварии); *сравните* Kazuo Miura et al., *Characterization of Operation Safety in Offshore Oil Wells* (Квалификация безопасности труда на офшорных месторождениях нефти), 51 j. Petroleum Sci. & Engineering 111 (2006) (говорится, что в то время как термин анализ риска “широко изменяется в нефтегазовой промышленности, в большинстве случаев он обозначает анализ рентабельности, характеризующий каждый проект с точки зрения его прибыльности в достижении промышленной добычи и, следовательно, дохода”).

²⁵⁰ Lyall, *сноска* 246, A14. (“Едва ли ВР единственная компания, которая берется за трудные проекты с платкой подушкой безопасности. Но позиция компании в отношении риска контрастирует с позицией ее конкурентов, в особенности с Exxon Mobil, жгучий опыт которой с проливом танкера *Exxon Valdez* в 1989 г. побудил ее к полному изменению подхода к безопасности”); см. также Jad Mouawad, *New Culture of Caution at Exxon Mobil After Valdez* (Новая культура предусмотрительности у компании Эксон после аварии с танкером), N.Y. Times, July 13, 2010, at Op. 1 (описывается решение компании Эксон прекратить бурение в месторождении Блэкберд Уэст (Blackbeard West) в Мексиканском заливе (поисково-разведочная скважина) после удара при бурении, из-за которого возбужденная бурильная бригада стала выполнять новые после аварии с танкером *Exxon Valdez* процедуры безопасности, которые “дают возможность всем, даже подрядчикам открыто высказываться о проблемах безопасности” и цитируется аналитик Deutsche Bank, сказавший, что в то время как вначале решение компании Эксон по ликвидации скважины выглядело как “малодушье”, после прорыва нефтяной скважины Макондо “это стало выглядеть намного более оправданной осмотрительностью и осторожностью, и прозрачная осведомленность о том, что безопасность, предусмотрительность и предотвращение катастрофического риска должны быть ключевыми темами, так как нефтяные компании были вынуждены выходить за рамки привычного в поисках новых месторождений нефти”).

риску, побуждаемой экономией времени и денег²⁵¹. Строительные дефекты, обнаруженные на платформе *Thunder Horse*, “стоили ВР и ее долевым партнерам Exxon Mobil сотни млн. долл. за ремонт и задержку в добыче на три года²⁵²”. Федеральные учетные документы демонстрируют, что ВР имеет также историю “обходов систем безопасности, которые могли помешать регламентным работам²⁵³”, большей частью на нефтеперерабатывающих заводах ВР, которые совершили 760 из 761 вопиющих и преднамеренных нарушений правил OSHA в течение трехлетнего периода²⁵⁴. Хотя ВР считает, что она “учится, как уравновесить риск и безопасность, эффективность и прибыль”, учетные документы утверждают совершенно иное²⁵⁵. В самом деле, как полагает один промышленный эксперт, возможно, что ВР была “одурманена” своими экономическими успехами²⁵⁶; чуть больше чем за 10 лет “ВР выросла средней компании на второе место в секторе, уступая только Exxon Mobil, с головокружительной прибылью, бешеными дивидендами и привлекательным курсом акций²⁵⁷”.

Возникает впечатление, что менеджеры ВР на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* при принятии решений на основе риска часто выбирали самое дешевое решение, даже, когда это было связано с повышенным рис-

²⁵¹ См., Lyall, *сноска* 246, А14. (сообщается, что руководство ВР бросилось строить замысловато спроектированной [платформы *Thunder Horse*], направив ее в Залив до того, как она была готова для “демонстрации своим заинтересованным партнерам, что проект будет готов во время и по программе”); см. также Commission Report, *сноска* 9, 49-50 (описываются проблемы, с которыми столкнулась ВР с проектом *Thunder Horse* на 5 млн. долл.)

²⁵² Lyall, *сноска* 246, А14 (отмечается также, что после выполнения дорогостоящего ремонта в связи с повреждением, вызванным неправильно установленным обратным клапаном, “ВР обнаружила ... элементарные ошибки при сварке труб в системе подводных трубопроводов, которые соединяют десятки скважин и помогают возвращать нефть к платформе, которые стали причиной опасных трещин и разрывов”).

²⁵³ Hilzenrath, *сноска* 185, 1 (“Регистрация данных о применении федерального права ... показывает, что раз за разом операторы платили штрафы за предположительный обход систем безопасности, которые могли помешать регламентным работам”).

²⁵⁴ См. Elana Schor, *Senators Rap BP PLC Officials for Record of OSHA Violations*, Greenwire (July 22, 2010), <http://eenews.net/Greenwire/print/2010/07/22/3> (обсуждается неудовлетворительные показатели и отчетность ВР по технике безопасности, и сообщается, что “ВР получила 760 из 761 взысканий за вопиющие и преднамеренные нарушения правил OSHA на нефтеперерабатывающих заводах за последние три года”); см. также Lyall, *сноска* 246, А14 (отмечается, что через год после взрыва на нефтеперерабатывающей заводе в Техасе “267000 галлонов нефти вытекало из сети нефтепроводов в Прудо-Бэй [газонефтяное месторождение, которое входит в нефтегазовый бассейн Северного склона Аляски], что сделало “его самым худшим проливом на Северном склоне”, и говорится, что “причину можно было предотвратить ... это была коррозия на длине в несколько миль плохо обслуживаемого и плохо инспектируемого трубопровода. В конечном итоге ВР заплатила более 20 млн. долл. в виде штрафов и компенсации”). Утечка не была определена в течение пяти дней. Commission Report, *сноска* 9, 222.

²⁵⁵ Lyall, *сноска* 246, А14 (“Снова и снова ВР настаивает на том, что она учится тому как уравновесить риск и правила безопасности, эффективность и прибыль. Однако данные свидетельствуют о том, что фундаментальные изменения были неуловимы”).

²⁵⁶ Там же (цитируется Steve Arendt, специалист по проблемам безопасности, который был назначен ВР, расследовать причины взрыва в Техасе [имеется в виду взрыв 25 марта 2005 г. с последующим пожаром на нефтеперерабатывающем заводе в г. Техас-сити, унесший жизнь 15 человек; причиной взрыва были грубейшие нарушения правил безопасности]).

²⁵⁷ Там же, А1

ком аварии²⁵⁸. Это поведение “устойчиво сводило на нет допустимый предел ошибки до тех пор, пока это предел не был преодолен²⁵⁹”. Многие ненормальности, которые федеральные регулирующие органы обнаружили при обустройстве скважины Макондо, были связаны со случаями, когда не соблюдались хорошо известные промышленные протоколы ради практики с экономией времени и денег²⁶⁰. Сотрудник, ответственный за мониторинг нефтяной платформы, заметил на слушаниях после аварии, что он одобрил план бурения, который многие другие эксперты в отрасли описали как “крайне несовершенный²⁶¹”. Время и деньги были основными движущими факторами для ВР, поскольку скважина значительно отставала от графика. Фактически, во время аварии платформы, которая стоила ВР приблизительно полмиллиона долларов в день за аренду²⁶², запоздавшая на 43 дня на следующее место бурения²⁶³. Эти проблемы графика, в сочетании с культу-

²⁵⁸ Achenbach & Hilzenrath, *сноска* 66 (говорится, что ВР “выбирала самый дешевый вариант, хотя он был связан с повышенным риском”). См. также Chief counsel’s Report, *сноска* 72, 135-39 (перечисляются различные инциденты в обход правил, такие как преждевременное фиксирование соединительных муфт в течение процесса временного оставления скважины для экономии 5,5 дней и 2 млн. долл., и замена дорогого бурового раствора морской водой перед установкой барьеров для обратного проскока потока углеводородов, хотя имелись альтернативные процедуры, что приводило к бурению с отрицательным дифференциальным давлением и создавало значительные необязательные риски). Нефтяная платформа *Deepwater Horizon* не была единственной платформой ВР, которая сталкивалась с проблемами. См. Lyall, *сноска* 246 (обсуждаются проблемы на другой платформе ВР в заливе, когда клапан, установленный в обратном направлении “что вызвало то, что платформа была залита водой во время урагана, подвергая рису реализации проекта еще до перекачки нефти”, и говорится, что “проблемы на платформе Thunder Horse были не аномалией, а просто предупреждали, что ВР принимает на себя слишком много рисков и обходит правила в погоне за прибылью, согласно данным аналитиков, конкурентов и бывших сотрудников”).

²⁵⁹ Achenbach & Hilzenrath, *сноска* 66.

²⁶⁰ *Investigators Highlight 20 “Anomalies” in Hours Before Well Blowout* (Следователи указывают на 20 “аномалий” в часы перед прорывом скважины), Greenwire (July 19, 2010), <http://www.cenews.net/Greenwire/print/2010/07/19/8>.

²⁶¹ Marc Kaufman, Carol D. Leonnig & David Hilzenrath, *MMS Investigator of Oil Rig Accidents Have History of Inconsistency* (Следователь аварии из MMS на нефтяной платформе столкнулся с историей несогласованных действий), Wash. Post, July 18, 2010, at A1, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/17/AR2010071702807.html> (“ветеран следователь, ... ответственный за мониторинг платформы Deepwater Horizon, подтвердил, что он одобрил план бурения ВР, который другие нефтяные компании и эксперты бурения называли крайне несовершенным”).

²⁶² См. Chief Counsel’s Report, *сноска* 71, 245 (сообщается, что аренда платформы *Deepwater Horizon* стоит почти 533000 долл. в день, что делает ее “единственными самыми большими затратами для бурения скважины Макондо”).

²⁶³ Скважина Макондо отставала от графика на шесть недель в день аварии, а затраты бюджета на нее составили больше 58 млн. долл. Commission Report, *сноска* 9, 2; см. также John Adams Hodge, *How Environmental Regulators Can Address Human Factors in Oil Spill Prevention Using Crew Resource Management* (Как регламентирующие органы в области охраны окружающей среды могут предусматривать человеческий фактор в предотвращении проливов нефти с использованием возможностей бригады), 40 Env’tl. L. Rep. 11048, 11049 (2010) (утверждается, что после проверки отчетов, в которых обсуждалось решение руководителей ВР заменить буровой раствор морской водой, отклонив протесты руководителей бурлящих, “возникал вопрос, было ли это желанием компенсировать потерянное время в графике бурения, позицией бурлящих в отношении повышения

142

рой снижения затрат поощряли скорее повышение эффективности бурения, чем соблюдение мер безопасности, а результатом стало то, что “инженерные решения и решения о проведении операций склонялись к экономии времени и затрат²⁶⁴”.

Сходное экономическое давление могло толкать компанию Metropolitan Edison на принятие рискованных решений на ТМ1-2. Одно такое решение могло подтолкнуть компанию довести блок 2 до полной мощности перед тем, как проблемы, которые досаждали при пуске, были полностью решены. Путем доведения блока до полной мощности до конца года взимания федерального налога компания сэкономила приблизительно 40 млн. долл. в виде налогов²⁶⁵. Это также повышало вероятность того, что компания должна была получить запрашиваемое повышение тарифа от Комиссии по услугам населению, и повышало норму прибыли компании на обыкновенные акции²⁶⁶. Кроме того, как отметил один специалист, до аварии на блоке 2, руководители АЭС отдают приоритет непрерывной работе станций; ремонт блока означает, что он должен быть остановлен, таким образом, будет снижаться электрическая мощность²⁶⁷. Это создает сходную ментальность с тем, что обнаружено на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* перед прорывом нефтяной скважины Макондо – “техническая эксплуатация механического оборудования до тех пор, пока оно не сломается²⁶⁸”. Хотя компания Metropolitan Edison отрицала, что безопасность была поставлена под угрозу при вводе блока на полную мощность²⁶⁹, возможно, что

внимания к вопросам безопасности или наличия менеджмента на платформе, среди прочих факторов, которые внесли вклад в пролив нефти”).

²⁶⁴ Chief Counsel’s Report, *сноска* 71, 245. В отчете продолжается перечисление “примеров решений, которые привели к возрастанию риска на скважине Макондо, и в то же самое время потенциально сэкономили время”, включая отсутствие цементогрaммы, невыполнение дополнительного изучения состояния скважины после неожиданных результатов опрессовки снижением уровня, не установления дополнительных барьеров в течение временной ликвидации скважины, установления цементной пробки ближе к устьевому отверстию скважины, использованию меньшего количества, чем требуется, центраторов обсадной колонны и вытеснения бурового раствора из буровой колонны перед установлением поверхностного цементного стакана. *Там же*, 245-46.

²⁶⁵ Stern et al., *Black Ink*, *сноска* 170, A2 (“Компания была в состоянии заявить о списании федерального налога на сумму 20 млн. долл. за шесть месяцев путем сдачи в эксплуатацию блока 2 перед концом года ... и от 17 до 28 млн. долл. в налоговых скидках на инвестиции – непосредственное списание кредитов”).

²⁶⁶ *Там же*, A1. Годовой отчет компании Metropolitan Edison комментировал налоговые преимущества, получаемые при пуске блока в эксплуатацию *Там же*.

²⁶⁷ *Там же*, 23-24. (“Затраты на обслуживание и ремонт были очевидными, с точки зрения руководителей промышленности, в то время как *суммарные выгоды* были неясные и неопределенные. Следовательно, это были низкие приоритеты”). Было отмечено, что “до аварии на блоке 2 ядерная промышленность состояла из энергокомпаний, ориентированных на развитие за счет внутренних факторов, и компаний, ориентированных на производство”. *Там же*, 24. Сходная проблема мотивировала операторов нефтяной платформы принять серию решений в отношении процедур цементирования скваж “поглощению бурового раствора”. Commission Report, *сноска* 9, 99-100.

²⁶⁸ Rees, *сноска* 113, 23.

²⁶⁹ См. Stern et al., *Black Ink*, *сноска* 169, A1. (“W. Creitz – Вальтер Крейтц – президент Metropolitan Edison, признался репортерам после аварии, что компания получила налоговые преимущества, запустив блок 2 в эксплуатацию в 1978 г. Но он и вице-

концентрация внимания менеджмента на выработке энергии внесла вклад в ситуацию с безопасностью на блоке 2, на котором вероятность аварии была выше, чем ее отсутствие²⁷⁰.

2. Концентрация внимания на инженерных средствах как первичной защите от аварий

Вторым, менее очевидным способствующим фактором возникновения аварии может быть чрезмерная концентрация внимания обеих отраслей инженерным средствам решения проблем. Инженеры доверяют инженерным решениям технических проблем²⁷¹. В некоторой степени, они приучены думать, что теоретические подходы на математической основе к решению технических проблем являются более строгими, и, следовательно, более применимыми, чем подходы, которые сосредоточены на “важности качественных соображений, основанных на практическом опыте”²⁷². Такого типа

президент G. Herbein настаивал на том, что не было стремления ломать календарь за счет безопасности”).

²⁷⁰ См. Kathryn Mearns, Sean M. Whitaker, & Rhona Flin, *Safety climate, Safety Management Practice and Safety Performance in Offshore Environments* (Культура безопасности, Практика управления безопасностью и характеристики менеджмента в оффшорной окружающей среде), 41 *Safety Sci.* 641, 642 (2003) (выражение “культура безопасности” представляет собой то, как культура безопасности выражается в “поведении и выражает позицию сотрудников”). Авторы идентифицируют несколько аспектов климата безопасности компании, включая “обязательства менеджмента, компетенцию наблюдателя, приоритет безопасности по отношению к производству и дефицит времени”, которые “появляются как средства прогноза опасного поведения или аварий в многочисленных ... моделях”. Там же; см. также Berhhard Wilpurt, *The Relevance of Safety Culture for Nuclear Power Operations* (Важность культуры безопасности для эксплуатации АЭС), в *Safety Culture in Nuclear Power Operations 4* (Berhhard Wilpurt & Naosuke eds., 2001) (“Культура безопасности, как отчетливая и целостная концепция, первое представленное научное обсуждение в результате Чернобыльской катастрофы, и в настоящее время она принята и применяется фактически всеми отраслями промышленности с высоким уровнем опасности”).

²⁷¹ См., например, Donald C. Jackson, *Considering the Multiple Arch Dam: Theory, Practice and the Ethics of Safety in a Case of Innovative Hydraulic Engineering* (Рассмотрение множества арочных плотин: теория, практика и этика безопасности в случае инновационных гидротехнических сооружений), 32 *Nat. Resources J.* 77, 777-78 (1992) (“Когда рассматривается освоение водных ресурсов и процесс принятия решений, которые контролируются как реализуются гидравлические технологии, историки и профессионалы государственной политики часто рассматривают инженерные проекты как представляющие “единственное наилучшее” решение проблемы. В конечном итоге, современные инженеры предположительно обучены давать эффективные научные ответы, которые, хотя некоторые стороны могут найти их политически или социально нежелательными, содержат в себе обоснованное реагирование на ситуацию”); см. также Broad, сноска 19, D3 (“Инженерное искусство, по определению, это занятие, связанное с решением проблем”). См. Nathan Caplan & Stephen D. Nelson, *On Being Useful: The Nature and Consequences of Psychological Research on Social Problems* (Быть полезным: Природа и последствия психологических исследований общественных проблем), 28 *Am. Psychologist* 199, 202-03 (1973) (цитируется Abraham Kaplan “Закон как юридический акт”, который утверждает, что экспертов характерна тенденция рассматривать решения проблем с точки зрения их профессиональных знаний. “Не удивительно обнаружить, что ученый формулирует проблемы таким образом, при котором для их решения требуются просто те способы, в которых он особенно квалифицирован”).

²⁷² Jackson, сноска 271, 78. Хотя техническое решение проблемы не всегда может быть наилучшим, “общество в целом неохотно отказывается от убеждения, что инженерное искусство является точной наукой, способной подготовить идеальный ответ

мировоззрение характерно как для ядерной промышленности, так и для офшорного бурения, которые часто находятся на переднем крае решения проблемы. Обзор NRC перед аварией на ТМ-2 дает наглядный пример такого типа мышления. Поскольку NRC рассматривает вероятность аварии с катастрофическими последствиями как отдаленную, она не требует, чтобы заявители на получение лицензии на эксплуатацию ядерного объекта составляли необходимые планы действий в чрезвычайных обстоятельствах с учетом того, как объекты были спроектированы²⁷³, и в самом деле узко концентрируется на конструкции и характеристиках оборудования²⁷⁴. Некоторые говорят, что гордость ядерной промышленности²⁷⁵ – смысл ее неуязвимости и опоры на инженерное искусство, а не общий практический опыт, в сочетании с быстрым развитием промышленности (отсутствие любых серьезных инцидентов и возникающая общая рефлексия) сделала аварию масштаба ТМ-2 неизбежной²⁷⁶. Подобным образом, отрасль глубоководного бурения полагает, что ее скважины не могут сломаться, поскольку они были спроектированы и, поэтому, предусматривался только минимальный резерв в процедурах закрытия скважины²⁷⁷. Однако, как демонстрируют две аварии, ‘научная и ‘рациональная’ природа современных технологий не всегда является совершенной’, как могут думать люди; несмотря на наши желания, безопасность остается относительной ценностью, которая имеет значение только с учетом

на технологические затруднения” *Там же. Но см. Broad, сноска 19, D3* (цитируется британский инженер, описывающий проектирование конструкций как “способ формирования материалов, который мы в действительности не понимаем, в формы, которые мы в действительности не можем анализировать, так что мы не можем в действительности оценить силы сопротивления, таким образом, чтобы общественность в действительности не сомневалась”).

²⁷³ *См. Rees, сноска 113, 30* (“комплектующее оборудование ядерной установки было одобрено регулирующим органом главным образом для защиты от ядерных аварий”).

²⁷⁴ *Chandler, сноска 148, 493.*

²⁷⁵ *См. Rees, сноска 113, 12-13* (цитируется официальный комментарий промышленности в отношении “травматического шока” для институтов, задействованных в коммерческом использовании ядерной энергии, и говорится, что “шок был необходим, поскольку гордость, с которой мы все повышаем динамику ядерного века”, означает, что “ядерная энергия двигалась от опыта с первой подводной лодки до коммерческого применения, до крупномасштабного использования на блоках в тысячу МВт за такое короткое время, что имелось мало возможности для адекватной обратной связи опыта в самоуверенных, но наивных организациях, которые ... эксплуатируют новые блоки”).

²⁷⁶ *Freudenburg, сноска 183, 12* (сообщение об отчете Комиссии Кемени, и суждение о том, что Комиссия “начинает исследование проблем комплектующего оборудования но должна была сделать вывод, что общей проблемой были люди – всеобъемлющий ‘тип мышления’ в ядерной промышленности в то время, отражавший проблему организационного высокомерия, которое вносит существенный вклад в вероятность аварий”). Еще одна проблема, которую обнаружила Комиссия, это доминирование нормативных требований в ядерной промышленности, выполнение которых не только требует усилий официальных представителей энергетических компаний, но также создает атмосферу, когда соблюдение установленных норм – “руководствоваться правилами” – “приравнялось к безопасности”, сменившая самоуверенность и нерасположенность. *Rees, сноска 113, 19-20.*

²⁷⁷ Примером этого была неудача BP или Transocean создать систему наземного мониторинга того, что происходит на платформе, в особенности в течение опрессовки снижением уровня. *См. Chief Counsel’s Report, сноска 71, 242.*

того, как люди предпочитают оценивать широкий набор факторов и влияний²⁷⁸», а не просто технические характеристики оборудования.

Слишком узкая концентрация внимания на инженерных средствах может также довести отдельных людей и компании, участвующие в рискованной деятельности, чтобы они стали полагаться на такие системы, которые они разучились бояться²⁷⁹. Умственно воспринимаемая регистрация полной безопасности или достаточное количество лет без крупных аварий может создать ощущение самоуверенности в отношении повторения аварии²⁸⁰. В атомной промышленности один промышленный эксперт отметил, что отсутствие крупных аварий в течение 25 предшествующих лет аварии на ТМ-2 привело к появлению позиции, что “ничего не случится ... и никогда²⁸¹”. Технологические достижения в отрасли глубоководного бурения под руководством ВР и Transocean стимулировали развитие процесса с такой скоростью, что многие думали, что это было опасно²⁸². Офшорное бурение в

²⁷⁸ Jackson, *сноска* 271, 100. Джексон продолжает говорить, что он следует мыли, что “общество и правовая система не могут освободить от ответственности в течение процесса принятия технологического решения экспертов без оценки традиций и технических предубеждений, которые могут окрашивать их точку зрения о том, что является безопасным и (или) приемлемым”. Там же.

²⁷⁹ Gold & Casselman, *сноска* 17, A1; см. также Commission Report, *сноска* 9, 230 (описываются изменения, сделанные в программе подводных лодок Военно-морских сил после того, как затонула подводная лодка Thresher (Трешер) 9 апреля 1963 г., включая новую “позицию в отношении того.. что офицеры называют *хроническое беспокойство*, выражаемое словами “доверяй, но проверяй” (цитируется Nancy Leveson, Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety 379 (2012); см. также Senate Three Mile Island Hearing. *Сноска* 18 (заявление Грегори Джечко, Comm'r Nuclear Regulatory Comm'n) (цитируется отчет Rogovin, исследование, порученное NRC после аварии ТМ-1, в котором выявлено, что “до 28 марта 1979 г. в промышленности и NRC была распространена позиция самоуверенности – позиция, что системы защиты, спроектированные инженерами, были более чем адекватными, что авария типа аварии на Три-Майл-Айленд не должна была произойти, или говоря на промышленном сленге, такая авария была невероятным событием”).

²⁸⁰ Freudenburg, *сноска* 183, 21 (ссылка на аварию с *Exxon Valdez* и утверждение о том, что “вполне возможно, что авария в Страстную Пятницу в 1989 г., не должна была бы произойти, но причиной была трагическая самоуверенность, вызванная отсутствием опасности после десяти благополучных лет. Точнее говоря, все было очень ‘успешным’ во время прежних плаваний в Залив Принца Уильяма-саунд и обратно – буквально тысячи случаев, – которые помогли сделать возможной ситуацию, когда капитан удалился всего на четверть часа, а судно находилось под командой третьего помощника, который не стал ожидать фор радиолокатора небольшой мощности, который был бы в их распоряжении, но которых не стало после усилий по снижению затрат несколькими годами ранее”).

²⁸¹ Hoffman, *сноска* 20 (цитируется Ларри Фулк [Larry Foulke], бывший президент Ядерного общества США); см. также Kemeny Commission Report, *сноска* 17, 9 (“После многих лет работы атомных электростанций, без каких-либо признаков того, что какой-либо член общества может пострадать, вера в то, что атомные электростанции достаточно безопасны, переросла в убеждение”). Крайний примером веры в то, что ядерная авария с катастрофическими последствиями не может случиться стало решение не использовать купол защитной оболочки на реакторе Чернобыльской АЭС. Hoffman, *сноска* 20

²⁸² Bob Herbert, Op-Ed., *We're Not Ready (Мы не готовы)*, N.Y. Times, July 20, 2010, A23 (цитируется директор Национального центра готовности к стихийным бедствиям в Медицинской школе им. Майлмана [Джозеф Майлман – американский бизнесмен и филантроп, основатель Благотворительного фонда] в Колумбийском университете, который сказал, что “мы заметно отстали, и предстает тяжелая работа по предот-

Мексиканском заливе “было одним из последних проявлением безответственного поведения людей” в промышленности²⁸³. То, что было невозможно несколько лет назад, стало “установившейся практикой”, так как две компании “печально прославились на самых дальних границах технологии и географии”²⁸⁴. Это была полная “потеря чувствительности в промышленности”²⁸⁵.

“Типичные инженерные реакции на проблему” могут ухудшить такого сорта поведение при проведении еще более обычной и скучной работы, при которой требуется, чтобы сотрудник только осуществлял мониторинг оборудования, которое работает в автоматическом режиме, за исключением чрезвычайных ситуаций²⁸⁶. Такая работа иногда описывается как “состоящая из 99% скуки и 1% смертельного страха”²⁸⁷.

Возможно, эта надежда на инженерные средства объясняет, почему перед авариями, описанными ранее, обе отрасли отображали корпоративное отсутствие озабоченности в отношении возможности возникновения серьезных аварий, как результат отсутствия внимания к предотвращению и ограничению последствий²⁸⁸. Используя аварию с танкером *Exxon Valdez* в качестве примера нежелания отрасли офшорной добычи нефти и природного газа серьезно воспринимать риск аварии, Уильям Фройденбург шипит,

вращению аварий и реагирования на катастрофы, когда они произойдут. Что касается глубоководного бурения, то мы позволили, чтобы технологические достижения продвигали процесс с такой скоростью, что ситуация станет опасной, и мы окажемся в очень тяжелом положении?”).

²⁸³ Hoffman, *сноски* 20 (цитируется Steve Arendt [Стив Арендт], промышленный эксперт).

²⁸⁴ Там же. Профессор гражданского строительства в университете Дьюка в г. Дарем, штат Северная Каролина, Henry Petroski (Хенри Петроски) наблюдал, что, “когда вы думаете, что вы имеете устойчивую систему, ... вам следует расслабиться”. Там же.

²⁸⁵ Там же (цитируется промышленный эксперт Стив Арендт. Эта слепая вера в инженерные решения представляется в некоторой степени донкихотской, когда она применяется к противовыбросовому устройству *Deepwater Horizon*, которое компания Transocean идентифицировала как имеющее 260 отдельных потенциальных источников несрабатывания. Там же, 3. Этот факт инициировал члена Палаты представителей Барта Ступака (Bart Stupak) задать вопрос: “Как можно было считать надежным в эксплуатации устройству, которое имело 260 источников несрабатывания?” Там же.

²⁸⁶ Freudenburg, *сноска* 183, 8.

²⁸⁷ Там же. (“Большинство людей считает лучше, если система которую они эксплуатируют, требовала бы от, чтобы они оставались внимательными, даже ценой значительного напряжения или давления”). Фройденбург отмечает, что “трудно делать что-то типа “защиты от дурака”. Проблема становится особенно опасной в случае систем, которые оцениваются, как имеющие чрезвычайно низкую вероятность сбоя” Там же, 7 (цитируется Charles McCoy, *Broken Promises: Alyeska Record Shows How Big Oil Neglected Alaskan Environment* (Нарушенные обещания: авария на Аляске показывает, как большая нефть пренебрегает окружающей средой Аляски), Wall St. J., July 6, 1989, at A1).”

²⁸⁸ Freudenburg, *сноска* 183, 13 (описывается авария с танкером *Exxon Valdez* “как отражающая относительно глубокое отсутствие озабоченности как судном, так и компаниями Аляски по поводу собственных планов управления риском”); см. также Rees, *сноска* 113, 21 (дается частичное объяснение фиксации внимания “ядерной промышленности на регламентах NRC” и ее неспособности принять меры предосторожности помимо тех, которые регламентируют “нормативный подход, сосредоточенный на техническом обеспечении, к ядерной безопасности”, и говорится, что “до аварии на ТМН нормативная система ... была сконцентрирована на проблемах, относящихся к техническому обеспечению — как должны проектироваться и строиться АЭС, в то время как едва ли уделялось внимание организационной структуре и процессам, для которых требуется управление, эксплуатация и осуществление этих планов”).

что план действий в чрезвычайной ситуации для предотвращения аварии с танкером в районе Принц Уильям-саунд, который был разработан за десять лет до аварии с *Exxon Valdez*, систематически свертывался “по частям” перед тем, как произошла авария²⁸⁹, и что промышленность игнорировала уроки, которые можно было бы усвоить из практики подготовки к чрезвычайным ситуациям перед проливом²⁹⁰. Что касается аварии с *Deepwater Horizon*, то непосредственным негативным эффектом этой позиции было то, что имелось в наличии слишком мало локализирующих боновых заграждений и устройств для сбора нефти для реагирования на пролив, а команда нефтяной платформы не была обучена тому, как реагировать на такую аварию²⁹¹. Отрасль по офшорной добыче нефти и природного газа была (и все еще остается) в позиции “полного отрицания” рисков в своей работе²⁹² - описывала то, что случилось с платформой *Deepwater Horizon*, как “событие с низкой вероятностью и высокими последствиями²⁹³” и не замечала возможности будущих прорывов нефтяной скважины²⁹⁴.

В этой части статьи выявлены сходства между непосредственными и косвенными причинами аварии *Deepwater Horizon* и частичного расплавления активной зоны ТМР-2, которые делают обсуждение в следующей части разни-

²⁸⁹ Freudenburg, *сноска* 183, 22 (обсуждаются последствия планов действий в чрезвычайных ситуациях, которые “занимают периферийную позицию к организационным мерам” в связи с постепенным свертыванием плана для *Exxon Valdez*).

²⁹⁰ Там же, 25 (“В случае пролива нефти на Аляске, “практическая отработка” подготовки к чрезвычайным ситуациям, проведенная перед проливом, могла бы заострить большее внимание реагированию на пролив. Не было отмечено плановой работы ни оборудования, ни организационного порядка. Такие уроки, однако, очевидно, не учитывались” (цитируется McCoy, *Broken Promises*, *сноска* 287, А1). Фройденбург также отмечает, что “по крайней мере, на время пролива действовало пять планов действий в чрезвычайных ситуациях”. Там же.

²⁹¹ См. Часть II.A.5 (обсуждается отсутствие обучение готовности к чрезвычайным ситуациями соответствующего оборудования для реагирования на прорыв нефтяной скважины).

²⁹² Gold & Casselman, *сноска* 17, А1 (цитируется технический консультант David M. Pritchard); см. также Hoffman, *сноска* 20 (цитируется Стив Арнат, промышленный эксперт, который сказал, что ВР рассматривала свою аварию на нефтеперерабатывающем заводе в г. Техас-сити, как “единичное” событие, а не нечто “систематическое и распространенное”, и что “компания была самонадеянна и горда своими действующими системами”).

²⁹³ Gold & Casselman, *сноска* 17, А1; см. также Plater, *сноска* 155, 11046 (утверждается, что ВР, поддерживаемая другими нефтяными компаниями и зависимыми населёнными пунктами на побережье Залива, защищала “исключительный статус прорыва скважины в случае *Deepwater Horizon*, необходимость энергичного продолжения глубоководного бурения и умеренность рисков, управляемых в Заливе”).

²⁹⁴ Gold & Casselman, *сноска* 17, А1. Нефтяная промышленность также характеризовала пролив нефти 1969 г. в Санта-Барбаре и аварию танкера *Argo Merchant* [Нефтяной танкер, который сел на мель 15 декабря 1976 г. недалеко от острова Нантакет, штат Массачусетс, который через 6 дней развалился и произошел один из крупнейших проливов нефти в истории – 36000 баррелей нефти] как “изолированные события” в “промышленности, соблюдающей правила безопасности”. Rick S. Kurtz, *Coastal Oil Pollution: Spills, Crisis, and Policy Change (Загрязнения нефтью прибрежных территорий: проливы, кризис и изменение политики)*, 21 Rev. Of Pol’y Res. 201, 214, 216 (2004) (объясняется стратегия нефтяной промышленности отображать отдельные аварии как изолированные события, как “возможности усовершенствований в уже соблюдающей правила промышленности”, и как неудачные, но необходимые последствия проведения рискованных работ, необходимых “для удовлетворения энергетических потребностей страны и обеспечения экономического прогресса”).

чий в реакциях двух отраслей промышленности удивительным. Вместе обе части должны поднять очевидный вопрос: почему реакции двух отраслей на крупные аварии в них были столь различны, когда причины были столь сходными? Ответ на этот вопрос рассматривается в заключительной части этой статьи.

III. Как непоследовательно нефтегазовая и ядерная промышленность реагируют на аварии с катастрофическими последствиями

“Исследование ошибок учит смиренности, предосторожности и необходимости сделать предположения²⁹⁵”.

С учетом многих параллелей между причинами двух аварий, слабая реакция отрасли глубоководного бурения и Министерства внутренних дел на аварию *Deepwater Horizon*, по сравнению с существенно более активной реакцией ядерной промышленности на частичное расплавление активной зоны реактора на ТМ1-2 ставит в тупик²⁹⁶. После аварии отрасль офшорной добычи нефти и природного газа противостояла многочисленным усилиям по упорочению нормативных требований²⁹⁷. Кроме того, ни одно из новых лиц

²⁹⁵ Jim Meigs, Editor's Note, *How BP Ignored History's Lessons* (Как BP игнорировала уроки истории), *Popular Mechanics*, Oct. 2010, at 12.

²⁹⁶ Еще одним примером быстрой реакции на аварию с катастрофическими последствиями, связанную с ядерной энергией, была реакция Военно-морских сил на потерю атомной подводной лодки *Thresher* — когда через 44 дня после аварии была установлена новая система SUBSAFE, которая сконцентрирована на поддержании водонепроницаемости корпуса подводной лодки и удобстве эксплуатации и целостности важнейших систем, тем самым, помогая контролировать аварийные ситуации и облегчать возможность противодействия затоплению *См. Commission Report, сноска 9, 230*.

²⁹⁷ *См., например, API Responds to Offshore Energy Proposal* (Реакция Американского нефтяного института на предложение по офшорной энергии), United Press Int'l (Sept. 14, 2011), http://www.upi.com/Business_News/Energy-Resources/2011/09/14/API-responds-to-offshore-energy-proposal/UPI-10841315997989 (цитируется Эрик Милито [Erik Milito], директор направления геологоразведки и добычи в Американском нефтяном институте (API), который заявил, что “любые дополнения в уже сложные процессы регулирования должны дать возможность проведения новых разведочных работ и ответственной разработки наших отечественных энергетических офшорных ресурсов без непредсказуемых препятствий или задержки”); Jennifer A. Dlouhy, *Regulator Confirms Critics in Oil Industry*, *Hous. Chron.*, Sept. 13, 2011, <http://www.chron.com/business/energy/article/Regulator-confronts-critics-oil-industry-2169246.php> (утверждается, что “несмотря на данные об общей позиции о новом нормотворчестве, некоторые представители нефтяной промышленности дискутируют с регулируемыми органами в отношении других правил и получения разрешений со времени смертельного взрыва и разлива нефти”, и цитируется руководитель BOEMRE, Михаэль Бромвич (Michael Bromwich), заявивший: “эти группы продолжают искажать факты, и в некоторых случаях используют неуказанные или невразумительные методологии для предположений, которые замедлят продвижение планов и получения разрешений на добычу нефти как часть стратегии по замедлению развития офшорной энергии”); Amy Harder, *One Year After the BP Spill: What's Changed and What Hasn't* (Через год после разлива BP: что изменилось и что не изменилось), *Gov't Executive* (Apr. 20, 2011), <http://www.govexec.com/dailyfed/0411/042011-bp-anniversary.htm> (“Сколько бы ни сделал API для того чтобы вывести на путь регулирования и безопасности, он также начинает войну против Администрации и демократов в Конгрессе”); Jennifer A. Dlouhy, *Oil Spill Panel Ideas Face Political, Industry Resistance* (Идеи Экспертной группы по разливу нефти сталкиваются с противодействием политиков и промышленности), *Hous. Chron.*, Jan. 11, 2011, <http://www.chron.com/business/energy/article/Oil-spill-panel-ideas-face-political-industry-1683913.php> (“Руководители нефтегазовой промышленности под-

в руководстве промышленности или Министерства не сделало предложений, направленных на улучшение культуры безопасности применительно к работе в сфере глубоководного бурения²⁹⁸. Напротив, в результате аварии на ТМІ-2 ядерная промышленность и NRC немедленно провели многочисленные изменения, которые были реакцией на непосредственные и косвенные причины аварии.

А. Реагирование отрасли офшорной добычи нефти и природного газа и Министерства внутренних дел на прорыв нефтяной скважины Маконодо

“Я думаю, что было бы ошибкой проигнорировать опыт прошлого года как “аномалию”, один случай из миллиона, который не будет иметь широкого применения для нашей отрасли в целом²⁹⁹”.

Отрасль глубоководного бурения сделала изменения после прорыва нефтяной скважины Маконодо; однако скептики могут рассматривать многое из того, что было проведено как направление, отражающее дополнительные нормативы правительства и убеждающее Министерство внутренних дел, а также Конгресс, что ей разрешено возобновить глубоководное бурение.

черквивают, что они сделали изменения и публично критикуют данные первой комиссии о том, что авария обнажила широко распространенные проблемы безопасности ... Представители промышленности прохладно встретили призыв комиссии к новым сборам за бурение офшорной нефти как способ финансирования новых нормативов и ресурсов в BOEMRE при Министерстве внутренних дел “); Loren Steffy, *Oil Industry Can't Have It Both Ways* (Нефтяная промышленность не согласна с обоими способами), Hous. Chron., Aug. 16, 2010, <http://www.chron.com/business/steffy/article/Loren-Steffy-Oil-industry-can-t-have-it-both-ways-1703033.php> (“API хочет затормозить рвение Конгресса в отношении новых правил с целью предотвращения других аварий”); см. также Katie Howell, *New Reports Detail Lax Federal Oversight* (Подробности новых сообщений о слабом федеральном надзоре), Greenwire (Feb. 9, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2011/02/09/7> [далее Howell, *New Reports Detail Lax Federal Oversight*] (“Правительственное регулирование офшорного бурения плохо финансировалось, с критикой промышленности и досаждало бюрократической путаницей”).

²⁹⁸ Ross, *сноски* 187, 8 (“Реальная работа регулирования состоит в изменении структуры стимулирования с тем, чтобы были созданы необходимые учреждения и позиции в соответствии с ‘культурой безопасности’, в организациях которые делают эту работу”); см. также Mearns et al., *сноска* 270, 642 (определяется культура безопасности как “совокупность характеристик и позиций в организациях и среди отдельных лиц, при которой преобладающие приоритетные проблемы безопасности установки получают внимание, обеспеченное их важностью”, и отмечается важность культуры безопасности, “поскольку она составляет контекст, в котором создаются и поддерживаются индивидуальные позиции безопасности и оказывается содействием поведению безопасности”. Более подробное определение культуры безопасности можно найти в *Safety Culture in Nuclear Power Operations* xix (Bernhard Wilpurt & Naosuke Itoigawa eds., 2001) (говорится, что термин “культура безопасности” охватывает “всех важных исполнителей в их межорганизационных отношениях, ориентированных на ядерную безопасность” и включает “четыре стадии представлений о безопасности: технологии, отдельные личности, взаимодействия социальных и технических подсистем и межорганизационные отношения в рамках их воздействий на безопасность систем”).

²⁹⁹ Clifford Krauss, *BP Chief Says Industry Must Change to Guard Against Spills* (Руководитель BP говорит, что промышленность должна изменить защиту от проливов), N.Y. Times, Mar. 9, 2011, at B9 (цитируется Генеральный директор BP Роберт Дадаи, в публичном выступлении перед руководителями нефтяной промышленности).

ние в Заливе³⁰⁰. Например, некоторые спрашивали, было ли обязательство, взятое четырьмя самыми крупными нефтяными компаниями в мире по созданию системы быстрого реагирования на ситуацию с нефтяными проливами при глубоководном бурении в Заливе³⁰¹ частью попытки отразить некоторые законопроекты, находящиеся на рассмотрении в Конгрессе, которые угрожали ограничить или прекратить глубоководное бурение в регионе³⁰². Деньги были использованы для финансирования новой компании, названной Marine Well Containment Company, которая предоставляет модульное оборудование для локализации нефтяных проливов, которое можно подготовить в течение 24 ч после пролива и которое может работать в месте пролива неделями³⁰³. Хотя Президентская комиссия по расследованию причин пролива хвалила концепцию, она также критиковала инициативу за ее ограниченную область действия и потенциальное отсутствие долговременных обязательств промышленности³⁰⁴. Для демонстрации того, что

³⁰⁰ См. *сноску* 293. В октябре 2011 г. Администрация Обамы предоставила BP свое первое разрешение на бурение скважины в Заливе после аварии с *Deepwater Horizon*. См. Clifford Krauss, *BP to Drill Again in the Gulf of Mexico* (BP снова будет бурить в Мексиканском заливе), N.Y. Times (Oct. 26, 2011, 3:05 PM), <http://green.blogs.nytimes.com/2011/10/26/bp-to-drill-again-in-the-gulf-of-mexico/?ref=gulfofmexico2010#>. Не появились новые законодательные предложения из Конгресса в ответ на пролив. См. Katie Howell, *Will the Latest Gulf of Mexico Spill Report Prompt Any Legislative Action?* (Будет ли последний пролив Мексиканском заливе способствовать новым законодательным действиям?), N.Y. Times, Sept. 15, 2011, <http://www.nytimes.com/gwire/2011/09/15/15greenwire-will-the-latest-gulf-of-mexico-spill-report-pr-13000.html>.

³⁰¹ Mouawad, *сноска* 229, B1, B9 (сообщается, что руководство компании служило “тревожным звонком” для промышленности, чтобы она “инвестировала миллиарды долларов в еще более глубоководное офшорное бурение, но оно пренебрегало технологиями реагирования на проливы, которое было бы эффективно на глубинах в несколько тысяч футов”). Комментируя это предложение. Рекс Тиллерсон (Rex Tillerson), председатель Совета директоров и главное должностное лицо компании Exxon Mobil, сказал: “Я сомневаюсь, что мы когда-либо будем использовать это, но этот зазор в управлении риском мы должны заполнить, для того чтобы правительство и население доверяли нам вернуться к работе”. Там же.

³⁰² Там же. B9 (“Нефтяные компании надеются, что инициатива, результат четырехнедельных интенсивных усилий с участием 40 инженеров из четырех компаний, должна помочь им убедить правительственных чиновников и администрацию разрешить возобновить офшорное бурение в Мексиканском заливе, как можно скорее. Нефтяные компании также стремились изменить направление серии законопроектов, рассматриваемых в Конгрессе”); см. также Phil Taylor, *Permit Delays Could Have Dire Economic Impacts, Industry Study Warns* (Отсрочка выдачи разрешений может вызвать катастрофические экономические воздействия, предупреждает промышленность), Greenwire (Jan. 25, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2011/01/25/6> [далее Taylor, *Permit Delays*] (сообщается, что официальные представители API рекомендовали ограничить услуги, предоставляемые Marine Well Containment Co. и Helix Energy Solutions Group Inc [американская компания, предоставляющая различные услуги в области глубоководного бурения, со штаб-квартирой в Хьюстоне] как способ правительства возобновить процесс офшорной добычи нефти и природного газа).

³⁰³ Commission Report, *сноска* 9, 244.

³⁰⁴ Президентская комиссия по расследованию причин пролива критиковала новую компанию, поскольку она была создана только для реагирования на прорыв нефтяной скважины типа Макондо, а не, например, на пролив типа прорыва *Ixtoc I*, когда нефтяная платформа обвалилась у устья скважины. Commission Report, *сноска* 9, 244-45. Кроме того, оборудование компании для реагирования на проливы не может работать так глубоко под водой, как позволяют нынешние буровые технологии. Там же. Имеется опасение, что новая компания может разделить судьбу подобной компа-

она способна быть саморегулируемой, промышленность также организовала в масштабе всей промышленности рабочую группу для рассмотрения новых стандартов безопасности, более частых проверок нефтяных платформ и новых требований, включая сертификацию для противовыбросовых устройств и общее усовершенствование конструкций скважин³⁰⁵. Во время написания этой статьи три отдельных рабочих групп – предназначенные для решения проблем безопасности в офшорной зоне, готовности к реагированию на пролив нефти и контроля скважин с подводным закачиванием, предложили рекомендации Министерству внутренних дел³⁰⁶.

Однако промышленность в целом отказалась признать, что то, что случилось на нефтяной платформе *Deepwater Horizon* как проблему в масштабах отрасли. Топ-менеджеры других нефтяных компаний выступили заявлением, в которых говорилось, что они будут проектировать скважину в месторождении Макондо по-иному, и что “авария не должна была произойти, если бы рабочие платформы и их контролеры выполняли бы промышленные процедуры, проводили надлежащие испытания и имели бы надлежащее обучение³⁰⁷”. Возможно, это одна из причин, почему промышленность еще не действует в рамках рекомендации Комиссии по расследованию причин пролива по созданию независимой организации по безопасности, смоделированной Институтом по эксплуатации АЭС (INPO)³⁰⁸. Подобно ядерному аналогу, такая организация может оказать помощь промышленности в улучшении общих показателей по безопасности, содействии более активной культуре безопасности в промышленности и разработке показателей качества работы для индивидуальных компаний³⁰⁹. Промышленность не реагировала на озабоченность Комиссии в отношении снижения промышленности поддержки внутренних и внешних научных исследований, которая, среди прочего, снижает наличие опытного персонала, который “сможет освоить сложность офшорных работ и принимать быстрые и правильные решения³¹⁰”.

нии, которая была создана после аварии с танкером *Exxon Valdez*, но не получила финансовой поддержки. Там же.

³⁰⁵ Mouawad, *сноска* 229, B1.

³⁰⁶ Press Release API, Oil and Natural Gas Industry Calls for Offshore Safety Changes (Sept. 7, 2010), *имеется на* <http://www.asp.org/Newsroom/call-safety-changes.cfm>.

³⁰⁷ Krauss, *сноска* 299, 9.

³⁰⁸ Commission Report, *сноска* 9, 234-41 (отмечаются параллели между ядерной и нефтяной промышленностью, которая должна поддержать принятие организации, смоделированной INPO, но дается предостережение в отношении полного принятия модели INPO); *см. ниже* *сноски* 356-360 (более подробно обсуждается INPO). INPO был создан в ответ на рекомендацию Комиссии Кемени, чтобы такая организация была создана для осуществления двойной функции по разработке стандартов безопасности и систематическому аудиту как промышленных, так и индивидуальных характеристик установки. *См.* Kernen Commission Report, *сноска* 17, 68.

³⁰⁹ *См.* Commission Report, *сноска* 9, 225 (описывается INPO). Комиссия была очень озабочена этой идеей “саморегулирования” и выделила кредит для повышения эффективности АЭС, значительного снижения количества автоматических аварийных отключений реактора и снижения коллективной интенсивности излучения в 6 раз по сравнению с 1980-ми годами. Там же, 239; *см. также* Hodge, *сноска* 263, 11050-56 (описываются и рекламируются выгоды программы управления для гражданской авиации “Управление ресурсами экипажа” и “Программа действий в области безопасности гражданской авиации” и предложила выполнение сходных программ в нефтяной промышленности).

³¹⁰ Commission Report, *сноска* 9, 229 (цитируется заведующий кафедрой нефти и проектирования геосистем Техасского университета). По-видимому, промышленность

BP как компания не смогла пересмотреть свою неадекватную культуру безопасности, одну из главных причин прорыва нефтяной скважины, при реагировании на аварию. Немедленная реакция BP после аварии была связана с началом кампании по освещению ее деятельности в отношении пролива, которая была типичной реакцией промышленности на аварию³¹¹. Компания включала в себя глянцевую брошюру с изложенными рекомендациями компании для предотвращения будущих аварий и рекламирование “достижений”, сделанных в управлении углеводородами и контроле скважинных флюидов, использовано диспергаторов и усовершенствованию оперативной координации и управлению риском³¹². Немедленно после аварии в Заливе BP в конечном итоге присоединилась к усилиям промышленности стоимостью в миллиард долларов для создания системы быстрого реагирования для локализации нефтяных проливов в конце сентября 2010 г. и предложила свой технический персонал для “консультирования группы быстрого реагирования в ее усилиях по разработке оборудования для борьбы с проливами”³¹³. Летом 2010 г. BP также создала новое подразделение для мониторинга безопасности своих работ, что привело к приостановле-

не действует в соответствии с рекомендацией Комиссии по расследованию причин пролива, что ее “критерии” 1993 г. для стандартов безопасности и охраны окружающей среды не соответствуют признанной в мире наилучшей практике и необходимому обновлению этих стандартов. Там же, 242.

³¹¹ См. Kurtz, *сноска* 294, 212 (отмечается, что в период между 1960 и началом 1970-х годов “имиджевая манипуляция”, с помощью которой проливы “отображаются как аномалии в компании, соблюдающей правила безопасности” обычно используется для сохранения ее статус кво); *французские Schleifstein, BP Reneges on Deal*, *сноска* 90 (сообщается, что представители штата, ответственные за защиту дикой природы, которые жаловались на решение BP не выплачивать штату Луизиана за “восстановление устричных банок, пострадавших болот и создание рыбопитомника”, предполагая, что решение отражало переход BP от стратегии связи с общественностью к стратегии судебного разбирательства, сосредоточившись на оспаривании ответственности компании за ущерб устричных банок штата).

³¹² Mark Kaufman, *BP Says Lessons from Gulf Spill Could Prevent More Incidents* (BP говорит, что уроки, полученные из пролива в Заливе, могут предотвратить больше инцидентов), *Wash Post*, Sept. 3, 2010, at § (сообщается о рекомендациях, содержащихся в ‘глянцевом’ отчете BP о накопленном опыте, выпущенном 3 сентября 2010 г.); см. также Plater, *сноска* 155, 11046 (комментируется, что “BP была намного успешнее, чем Эксон в удалении мертвых и умирающих покрытых нефтью представителей дикой природы из видимости на побережье, в управлении медицинскими заключениями о рабочих, подвергнутых воздействию диспергаторов и управляющих прессом”). Ядерная промышленность также недавно была задействована в рекламной пропаганде, представляющей себя как углеродно-нейтральный источник энергии, и отвечающей борьбе с выбросами парниковых газов. См., например, Press Release, Nuclear Energy Inst., NEI Launches Advertising Campaign on Nuclear Energy’s Economic, Clean Air Benefits (Feb. 2, 2010), *имеется на* http://www.washingtonpost.com/politics/us-nuclear-advocates-try-to-limit-political-impact-of-japan-reactor-crisis/2011/03/17/AB6srjk_story.html (сообщается, что ядерная промышленность “резко усилила свое лоббирование на федеральном уровне и взносы на проведение кампании”, и отмечается, в частности, что Институт ядерной энергии, промышленная лоббирующая организация, потратила более 6 млн. долл. на лоббирование с 2008 г., “поощряемое федеральными субсидиями и законодательством о потенциальном изменении климата”).

³¹³ Katie Howell, *BP Enlists in Oil Majors Rapid Response Efforts* (BP принимает участие в усилиях по быстрому реагированию на серьезные проливы нефти), *E&ENews PM* (Sept. 20, 2010), <http://www.eenews.net/eenewspm/print/2010/09/20/6> (отмечается, что BP в начале не собиралась присоединяться к усилиям промышленности для создания системы локализации проливов в течение лета).

нию некоторых работ на Аляске и в Северном море, когда проекты не могли соответствовать новым стандартам безопасности³¹⁴. В то время как эти инициативы демонстрируют обещание некоторых изменений в мировоззрении безопасности ВР, время покажет, изменится ли в действительности культура компании, и будут ли эти изменения доходить до уровня оператора объекта.

Почти через год после аварии Генеральный директор ВР Роберт Дадли принес запоздалое извинение за взрыв платформы и его воздействия³¹⁵. Его заявления указывают, что он, как минимум, по-видимому, понимал, что его компании необходимо “снова заработать” доверие других офшорных компаний в сфере добычи нефти и природного газа, а также доверие “штатных и федеральных руководителей и ... жителей побережья Залива и потребителей ...”³¹⁶. Он указал, что ВР улучшила свой контроль подрядчиков по цементированию с помощью использования “новых стандартов, нового процесса получения разрешения и жесткого лабораторного аудита подрядчиков”³¹⁷. Дадли также утверждал, что компания не будет использовать “динамически позиционированные” нефтяные платформы, если только они не смогут продемонстрировать, что нефтяная платформа будет в состоянии “закрыть скважину в соответствии с ‘реальными планами’, будет иметь оборудование на консервации с возможностью бурения вспомогательной скважины и должна обладать способностью ‘реагировать на чрезвычайную ситуацию’ на основе уроков, полученных при аварии в Мексиканском заливе”³¹⁸. ВР многое обещала перед реакцией на аварии³¹⁹, и остается по-

³¹⁴ Julia Werdigier, *BP to Pay First Dividends Since Gulf of Mexico Spill* (BP выплачивает первые дивиденды со времени разлива в Мексиканском заливе), N.Y. Times, Feb. 2, 2011, D3; см. также Краусс, сноска 299 (сообщается, что ВР применила новые стандарты безопасности при остановке работ на эксплуатационной платформе, что необходимо для ремонтных работ и на нефтяных месторождениях, требующих целостности трубопровода, и “поощряет людей, делающих то, что ... является частью культурных изменений” в компании).

³¹⁵ Susane Pagano, *BP's CEO 'Sorry' for Gulf Accident, Addresses Safety, Responsibilities Issues* (Генеральный директор ВР извинился за аварию в Заливе, обратился к проблемам безопасности и ответственности), 42 Env't Rep. 477, 509 (2011); см. также Babcock, *Corporate 'Greenwashing'* (Корпоративная зеленая отмывка), сноска 18, 15-17 (описываются трудности руководства компании в США с принесением извинений, по сравнению с другими странами, и общая неэффективность таких извинений).

³¹⁶ Pagano, сноска 315, 509 (цитируется Роберт Дадли).

³¹⁷ Там же.

³¹⁸ Там же (отмечается, что ВР проводила “основную проверку своей системы управления риском для обеспечения соответствующих стандартов, примененных в дисциплинарном порядке против ВР ...”)

³¹⁹ “Фундаментальное изменение” в управлении риском было “смутным” для ВР, как иллюстрируется неспособностью компании определить нарушения техники безопасности на нефтеперерабатывающем заводе в Техасе. В одной статье сообщалось, что “вторично посетившие Техас-сити в 2009 г. инспекторы из OSHA обнаружили более 700 нарушений по технике безопасности ... Большая часть штрафных санкций ... была связана с тем, что ВР не смогла полностью выполнить предыдущие решения. В марте 2011 г. OSHA вывела 62 нарушения на нефтеперерабатывающем заводе в штате Огайо, повысив штрафы на 3 млн. долл.” Lyall, сноска 246. Администратор OSHA Михаэлс отметил, что после аварии на нефтеперерабатывающем заводе в Техас-сити “руководитель” рассказал нам, что компания очень серьезно относилась к безопасности, но мы наблюдали, что руководство не переводило свои слова в безопасные процедуры работы, и они сталкивались с трудностями в применении

смотреть, будут ли какие-либо из этих обещаний выполнены. Кроме того, так как ни одно из этих предложений не было направлено на многочисленные непосредственные причины прорыва нефтяной скважины Макондо, такие как сбои в системе информации и недостаточное обучение реагирования на чрезвычайные ситуации, или косвенные причины, такие как экономическое давление и чрезмерная концентрация внимания на инженерных средствах, сомнительно, дадут ли они основной вклад в предотвращение другой офшорной аварии.

Реакция Министерства внутренних дел на аварию *Deepwater Horizon* была в определенной мере более активной, чем реакция промышленности, хотя его действия не были столь надежными и могли все еще быть связанными с внешними политическими силами, если история является индикатором происходящих вещей³²⁰. Например, Министерство внутренних дел наложило шестимесячный мораторий на глубоководное бурение, прекратило работы на 33 офшорных нефтяных платформах в Мексиканском заливе³²¹, но

накопленного опыта на одном нефтеперерабатывающем заводе на другом подобном заводе или даже на том же самом". Там же.

³²⁰ На протяжении лет промышленность успешно лоббировала Министерство, что давало возможность ей иметь добровольные, а не обязательные планы по технике безопасности и охране окружающей среды. См. Staff Working Paper No. 21, сноска 8 5-6. В статье, опубликованной персоналом Комиссии, описана успешная кампания лоббирования промышленности для противодействия более жестким требованиям отчетности об инцидентах и любого роста ставок аренды для создания фондов с целью поддержки расширения MMS эксплуатационной нагрузки. Там же. Отмечается, что в течение времени, необходимого для подготовки официальной редакции правил, было 246 пожаров или взрывов на бурильных платформах, которые привели, по крайней мере, к 21 случаю телесных повреждений или летальных исходов. Там же. Через месяц после относительно несерьезного инцидента были выпущены правила отчетности, и промышленность ссылалась на "ограниченные добровольные данные", предоставляемые в рамках этих правил в комментариях, "противоположных требованию, чтобы все операторы имели документально подтвержденные планы по технике безопасности и охране окружающей среды". Там же, 6-7.

³²¹ Commission Report, сноска 9, 152. Окружной суд США Восточного округа штата Луизиана предписал принудительно продлить мораторий, решив, что это, вероятно, нарушает Закон об административной процедуре. Там же; см. также *Hornbeck Offshore Services. L.L.C. v. Salazar*, 696 F. Supp. 2d 627, 638-39 (E.D. La. 2010), апелляция отменена как спорное дело, 396 F. App'x 147 (5th Cir. 2010). Апелляционный суд США по Пятому округу отклонил ходатайство по приостановлению решения окружного суда. Commission Report, сноска 9, 152. Правительство объявило о втором, пересмотренном моратории, который также был оспорен; перед решением окружного суда Министерство отменило мораторий. Там же. Однако окружной суд решил, что правительство нарушило исполнение своего первоначального предварительного запретительного распоряжения. См. *Hornbeck Offshore Services, L.L.V. v. Salazar*, No. 10-1663, 2011 WL 454802, at 3 (E.D. La. Feb. 2, 2011). Стороны обсудили реальное воздействие моратория. См. *John M. Broder, Report Says Drilling Ban Had Little Effect* (В отчете сообщается, что запрет на бурение оказал незначительное воздействие). N.Y. Times, Sept. 16, 2010, at A17 [далее Broder, *Drilling Ban*] (обсуждается экономическое воздействие моратория и отмечается, что 2000 из 9700 рабочих на нефтяных платформах подверглись воздействию моратория в виде потери своих рабочих мест или пересехали, а еще от 6 до 10 тыс. рабочих в смежных отраслях промышленности потеряли работу, но "общая занятость в пяти приходах штата Луизиана, которая большей частью зависит от офшорной нефти ... осталась постоянной ... главным образом потому, что рабочие места создавались за счет очистки"). Werner, сноска 31 (говорится, что потеря рабочих мест была непродолжительной по времени и значительно "меньшей, чем ... ранее предсказывалось", поскольку нефтяные компании использовали

впоследствии отменило мораторий за месяц до истечения его по расписанию в ответ на активное лоббирование руководителей промышленности и представителей штатов в Конгрессе³²². За несколько недель до отмены моратория Министерство выпустило новые регламенты по охране окружающей среды и безопасности, как для глубоководного, так и для мелководного бурения³²³. Однако новые регламенты дали BOEMRE только 30 дней, в течение которых нужно было провести оценку воздействия на окружающую среду (ЕА) в рамках заявления на проведение разведочного бурения и одобрение или отзыв этого заявления³²⁴, и дало только 10 дней общественности для замечаний³²⁵. Эти временные рамки явно недостаточные для осмысленной проверки чрезвычайно сложных и технически труднительных применений. Регламенты также не смогли включить многие рекомендации Комиссии по расследованию причин пролива, включая требование подхода к характеристикам на основе риска для регулирования отдельных офшорных объектов, операций и норм охраны окружающей среды, требующие от офшорных операторов представления подробных планов для контроля поставщиков в их планах реагирования на проливы нефти и заявления для разрешения на бурение, регулярного аудита третьими сторонами через определенные интервалы времени, защиты сотрудников, совершающих служебные разоблачения, которые уведомляют регулирующие органы об упущениях в правилах безопасности, более жесткие штрафные санкции и проведение консультаций с Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (NOAA) и Службой охраны рыбных ресурсов и диких животных, а также с Агентством охраны окружающей среды в процессе решений об аренде³²⁶. Даже с этими слабыми местами и упущениями новые требования встретили серьезную оппозицию. Как промышленность, так и критики со стороны Конгресса жаловались на то, что новые правила замедляли процесс получения разрешений на бурение до предела³²⁷ и будут иметь

мораторий для ремонта нефтяных платформ и сохраняли квалифицированных рабочих в штатном расписании, ожидая прекращения запрета, и что не было потери региональных рабочих мест, поскольку ВР нанимала персонал для бригад по очистке и тратила значительные суммы на усилия по восстановлению)”.
³²² См., например, Commission Report, *сноска* 9, 152 (цитируется сенатор от штата Луизиана Мэри Ландрю (Landrieu), которая назвала мораторий “необязательным, не продуманным” и сказала, что он “в реальности создает второе экономическое бедствие для побережья Залива, который обладает потенциалом стать больше, чем первый”).

³²³ Там же. (Описываются новые регламенты для обращения к требованиям к обсадным трубам и цементированию, противовыбросовым устройствам, сертификату безопасности, реагированию на чрезвычайные ситуации и обучению рабочих).
³²⁴ Требование для оценки воздействия на окружающую среду изменилось от прежнего использования безусловного исключения. См. Phil Taylor, *Interim Accepts First Application for Deepwater Exploration* (Временное принятие первых заявлений на разведочные работы в глубоководных местах), E&ENews PM (Jan. 28, 2011), <http://www.eenews.net/enewspm/print/2011/01/28/2> [далее Taylor, *Interim Accepts First Application*].

³²⁵ Там же.
³²⁶ См. Steven Mufson & Juliet Eilperin, *Oil Spill Panel Recommends Tighter Rules, Money for Gulf Coast* (Экспертная группа по расследованию пролива нефти рекомендует ужесточение правил, деньги для побережья Залива), Wash. Post, Feb. 26, 2011, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2011/01/>. См. Commission Report, *сноска* 9, 249-91.

³²⁷ Broder, *Drilling Ban* (Запрет на бурение), *сноска* 321. Но см. Taylor, *Permit Delays* (Отсрочка выдачи разрешений), *сноска* 302 (сообщается, что BOEMRE (Бюро управления энергией океана, регулирования и правоприменения) осуждает отсрочку выдачи разре-

губительные последствия для промышленности³²⁸, в то время сторонники регламентов боролись за то, чтобы сделать безопасную работу отрасли по офшорной добыче нефти и природного газа приоритетной в Конгрессе³²⁹.

BOEMRE возобновило выдачу разрешений для глубоководного бурения в феврале 2011 г., когда оно одобрило заявление на выдачу разрешения на глубоководное бурение в рамках новых регламентов для компании, которая начала бурение на глубине 6500 футов за 4 дня до прорыва нефтяной скважины Макондо³³⁰. До этого заявления ни один оператор не был в состоянии

пений на основе факта, что “ни один оператор” не в состоянии “продемонстрировать в заявлении на разрешение, что он имеет доступ и может пользоваться средствами для локализации разлива в случае глубоководного прорыва скважины и пролива ...”).

³²⁸ Taylor, *Permits Delay*, сноска 302 (сообщается об исследовании API, в котором выявлено, что новые правила должны стать причиной отсрочки выдачи разрешений, что должно “сделать почти треть проектов глубоководной добычи нефти неэкономичными, что приведет к существенным потерям правительственных доходов, сокращению числа рабочих мест и большей зависимости от иностранных источников нефти ...”). Исследование API также предупреждает о том, что даже без отсрочки выдачи разрешений общая добыча в Заливе должна снизиться на “эквивалент 340000 баррелей нефти в день в 2019 г.”, в то время как “двухлетняя отсрочка должна привести к снижению на 680000 баррелей в день в 2019 г.” – эквивалент “примерно 12% нынешней добычи в США и количество, равное всей нефти, добываемой на Аляске ...” Там же; см. также John M. Broder, *Tougher Rules Urged for Offshore Drilling* (Более жесткие правила требуются для офшорного бурения), N.Y. Times, Jan. 12, 2011, at A12 (описывается как республиканцы в Конгрессе блокировали обнародование любых новых правил офшорного бурения и расходов на их реализацию и сопротивляются повышению нынешней границы ответственности за аварии в 75 млн. долл.). Обсуждение проблем регулирования см. Howell, *New Reports Detail Lax Federal Oversight*, сноска 207 (сообщается, что “создание более компетентного и умелого регулирующего органа” влечет за собой значительные вызовы, включая “сопротивление нефтегазовой промышленности признанию того, что их стандарты бурения в Заливе отстают от стандартов других стран” и “политические реальности в Вашингтоне”, которые сконцентрированы больше на “сокращении расходов”, чем на “усилении федерального контроля”). Сравните Hoffman, сноска 20 (описывается как возражения нефтяной промышленности в отношении усилий MMS до 2009 г. сделать элементы добровольной программы соблюдения требований безопасности и управления окружающей средой убавили инициативу обязательной программы).

³²⁹ См., например, H.R. 501, 112th Cong. (2011), законопроект по усилению контроля бурения, предложенный членом Палаты представителей Марки (Markey) (демократ от штата Массачусетс) от 26 января 2011 г. Подобный законопроект был разработан в Комитете Сената по энергии и природным ресурсам, но ни разу дело не доходило до голосования. См. Выполнение рекомендаций Закона о Комиссии по расследованию причин пролива BP от 2011 г., H.R. 501, 112th Cong. (2011), см. также Ayesha Rascoe, *Lawmakers Vow to Push Oil Spill Bill* (Конгрессмены клянутся протолкнуть законопроект о проливе нефти), Reuters, Jan. 26, 2011, имеется на <http://www.reuters.com/article/2011/01/26/us-oilspill-congress-legislation-idUSTRE70P6CF20110126> (обсуждается законопроект конгрессмена Марки и сенатора Бингамана (Bingaman) о сводном законодательстве по постоянным обязательствам).

³³⁰ Phil Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit* (Министерство внутренних дел выдает первое разрешение для глубоководного бурения), E&ENews PM (Feb. 28, 2011), <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/02/28/1> [далее Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit*]. В марте 2011 г. BOEMRE выдало 37 разрешений для новых скважин в мелководье со времени отмены моратория. John Broder & Clifford Krauss, *Oil Drilling to Resume in the Gulf's Deep Waters* (возобновление глубоководного бурения нефти в Заливе), N.Y. Times, Mar. 1, 2011, at B1 (сообщается, что Директор BOEMRE “прояснил, что каждое новое разрешение должно тщательно проверяться на основе кон-

продемонстрировать, что он мог иметь доступ и использовать оборудование для локализации пролива в случае глубоководного прорыва скважины и пролива³³¹. Осторожный подход BOEMRE к возобновлению глубоководного бурения, типа его новых регламентов, вызвал раздражение обоих судов³³² и Конгресса³³³. Политики также враждебно встретили реорганизацию Министерством внутренних дел MMS с последующим созданием BOEMRE, хотя это изменение последовало непосредственно после рекомендации Комиссии при Президенте о расследовании причин пролива нефти для отделения функций сбора доходов прежнего ведомства от его обязанностей по сдаче в аренду участков и выдаче разрешений на офшорное бурение³³⁴. Эта оппозиция была вызвана опасением, что дополнительная волокита может излишне отсрочить выдачу разрешения на бурение³³⁵. Однако заявления о

кретной скважины, и что старая система быстрых одобрений при получении разрешений на бурение будет постоянно меняться”).

³³¹ Одной из причин, почему BOEMRE выдало лицензию этой компании, Noble Energy [американская нефте- и газодобывающая компания со штаб-квартирой в Хьюстоне, созданная в 1932 г.], был тот факт, что компания не только соответствовала всем новым регламентам по технике безопасности и охране окружающей среды, но имела также контракт с другой компанией, которая обладала возможностями глушения скважин и обращения со сбросом нефти, приблизительно равными количеству нефти, которое утекло из скважины Макондо за три месяца. Broder & Krauss, *сноска* 330.

³³² Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit*, *сноска* 324. Судья того же самого окружного суда в штате Луизиана, который обратился в Министерство внутренних дел отменить его мораторий на сдачу в аренду участков для добычи нефти, а затем решил в нарушение распоряжения Министерства принять меры в отношении пяти ожидающих решения разрешений на бурение 17 февраля 2011 г. См. *Ensko Offshore Co. v. Salazar*, 781 F. Supp. 2d 332, 340 (E.D. La. 2011).

³³³ Например, сенатор Дэвид Виттер (David Vitter, республиканец от штата Луизиана) приостановил назначение Президентом Обамой Директора Службы охраны рыбных ресурсов и диких животных до тех пор, пока BOEMRE не выдаст 15 разрешений на глубоководное бурение. См. Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit*, *сноска* 330. Теперь, когда путь к получению разрешения стал длиннее, остается посмотреть, будет ли критика конгрессменов уменьшаться. См. Phil Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit?* E&ENews PM (Mar. 22, 2011), <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/03/22/5> (объявлено о выдаче четвертого разрешения на глубоководное бурение в месяц, для Exxon Mobil на ранее разрешенную скважину приблизительно в 240 милях от побережья штата Луизиана, на глубине 7000 футов).

³³⁴ Phil Taylor, *Salazar Completes Division of Former MMS* (Салазар [министр внутренних дел США] укомплектовывает структуру из бывшей MMS), Greenwire (Jan. 19, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2011/01/19/2> [далее Taylor, *Salazar Completes Division*]; Tom Zeller, Jr., *Mineral Agency's Split Follows Nation's Lead* (Раздробление Службы минеральных ресурсов следует линии руководства страны), N.Y. Times, May 11, 2010, at A15, имеется на <http://www.nytimes.com/2010/05/12/us/12agency.html>. Согласно мнению Министерства, большая часть этих изменений согласуется с регулятивными и организационными изменениями, рекомендованными Комиссией по разливу нефти. Там же. Отделение рекламно-пропагандистского аспекта MMS от регулирующих функций агентства является реминисценцией разделения АЕС (Комиссия по атомной энергии) на Управление по энергетическим исследованиям и разработкам (ERDA), которое в настоящее время является частью Министерства энергетики и выполняет рекламно-пропагандистскую роль, а NRC выполняет регулиющую роль. АЕС была разделена в 1974 г. после принятия Закона о реорганизации энергетики, 42 U.S.C. §§ 5801-5891. См. Rees, *сноска* 113, 28. Однако NRC была укомплектована главным образом из персонала АЕС и, таким образом, “наследовала регулятивные традиции АЕС”. Там же (цитируется Elizabeth Rolph, *Nuclear Power and Public Safety* 155 (1979)).

³³⁵ Taylor, *Salazar Completes Division*, *сноска* 334.

выдаче разрешения были одобрены³³⁶, и компания Shell недавно получила разрешения двигаться вперед в своем плане по бурению поисково-разведочных скважин на Аляске³³⁷/

Следует подчеркнуть, что инициативы, реализуемые промышленностью и ВР в ответ на прорыв нефтяной скважины Макондо представляют, говоря словами Комиссии по расследованию нефтяного пролива, “смелый поступок, проясняющий, что бизнес в Заливе не будет больше проводиться как обычно”, или что отрасль офшорной добычи нефти и природного газа “использует удобный момент для демонстрации того, что она будет полностью привержена принципу фундаментального изменения внутренней деятельности, а не просто потому, что она вынуждена так делать³³⁸”. Ни одно из изменений ВР не направлено на неадекватную культуру безопасности компании, которая, прежде всего, привела к аварии платформы *Deepwater Horizon*. Что касается начальной попытки Министерства внутренних дел ужесточить регламенты по офшорной добыче нефти и природного газа и преобразования самого министерства в организацию с меньшими внутренними конфликтами, то мала вероятность каких-либо достижений в долгосрочной перспективе с учетом давления конгрессменов на возобновление деятельности (офшорной) промышленности³³⁹.

³³⁶ Например, 21 марта 2011 г. BOEMRE одобрило план, переданный компанией Shell Offshore, Inc., бурения трех глубоководных скважин в Мексиканском заливе, более чем в ста милях от побережья штата Луизиана, на глубине почти три тысячи футов, на эксплуатируемом арендном участке, согласованном в 1985 г. Phil Taylor, *Interior Issues First New Deepwater Permit?* E&ENews PM (Mar. 21, 2011), <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/03/21/3>. План компании Shell сопровождался оценкой воздействия на окружающую среду и включал возможности для открытых замечаний. Там же (цитируется министр внутренних дел Салазар, сказавший, что план Shell предусматривает “образец” для других компаний, каким образом можно соблюдать новые правила). Компания вначале передала свое заявление на бурение трех скважин 28 октября 2010 г., но пересматривала его несколько раз прежде, чем оно окончательно было принято агентством. Taylor, *Interior Accepts First Application*, сноска 324 (“По электронной почте компания получила указание, что заявление вначале было получено 28 октября, но оно пересматривалось семь раз пред тем, как было принято”). В феврале компания по собственной инициативе еще раз внесла изменения в свое заявление с целью изменения сценариев наихудшего случая в заявлении. Phil Taylor, *Shell Revises Gulf Exploitation Plan (Shell пересматривает план разведки месторождений в Заливе)*, E&ENews PM (Feb. 22, 2011), <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/02/22/2>.

³³⁷ См. Jill Burke, *Shell Oil Gets Tentative Arctic Offshore Drilling Green Light from Feds* (получаем зеленый свет от федерального правительства на пробное бурение в арктическом шельфе), Alaska Dispatch (Aug. 4, 2011), <http://www.alaskadispatch.com/article/shell-oil-gets-tentative-arctic-offshore-drilling-green-light-feds>.

³³⁸ Commission Report, сноска 9, 247; см. также Justin Mullins, *There's More to Disasters than Mechanical Failure (Имеется больше поводов для катастроф, чем механические неполадки)*, New Scientist, Sept. 18, 2010, at 11 (критикуется ВР за идентификацию только технических причин прорыва скважины Макондо, и дается ссылка на промышленного эксперта, утверждавшего, что “тот факт, что ВР не смогла идентифицировать свою организационную структуру как фактор аварии, сам по себе является указанием на проблему с ее культурой безопасности”).

³³⁹ См. Broder & Krauss, сноска 330, В1 (многие конгрессмены “жалуются на обременительные правила, которые мешают разработке отечественных энергетических ресурсов”); см. также Howell, *New Reports Detail Lax Federal Oversight*, сноска 297 (отмечается, что в недавнем докладе персонала Комиссии по расследованию пролива нефти выявлено, что проблемы с регулирующим надзором остаются, “несмотря на полный пересмотр регулирования в Министерстве”).

В. Реакция ядерной промышленности и NRC на аварию с расплавлением активной зоны на втором блоке АЭС Три-Майл-Айленд

“В самом деле, вовсе не забыто, что уроки ТМІ оказали и продолжают оказывать влияние на повестку дня промышленности в фундаментальной реформе регулирующей базы³⁴⁰”.

В то время как отрасль глубоководного бурения инициировала несколько изменений в виде реакции на причины аварии нефтяной платформы *Deepwater Horizon*, авария на ТМІ-2 привела к тому, что NRC и ядерная промышленность “пересмотрели свои точки зрения на виды защиты, необходимой для предотвращения крупных аварий в будущем³⁴¹”. Как промышленность, так и NRC имели в значительной степени “недооцененный потенциал для серьезных ядерных аварий перед аварией на ТМІ” и вследствие этого не были готовы к тому, чтобы иметь дело с такой ситуацией, когда она возникает³⁴². В ответ на аварию с ТМІ-2, NRC осуществила многочисленные изменения, которые были направлены на непосредственные и косвенные причины аварии. Первая серия изменений была направлена на определенные факторы, которые давали непосредственный вклад в аварию³⁴³. Вторая серия изменений была предназначена для повышения способностей промышленности и агентства (NRC) оценивать риск такой аварии. Заключительная серия изменений была направлена на изменение культуры удов-

³⁴⁰ Rees, *сноска* 113, 12.

³⁴¹ Widoff, *сноска* 133, 225. Некоторые изменения NRC сделала после ТМІ-2 на основе общих свойств походов в Соединенном королевстве и Норвегии к новым регламентам офшорного бурения после аварий с катастрофическими последствиями в офшорах. См. Staff Working Paper No. 21, *сноска* 8, 6-10. Примеры этих инициатив включают в себя использование в Соединенном Королевстве проверки гарантии безопасности (или “обоснование безопасности”, которые “возлагают бремя ответственности на операторов, стремящихся при получении лицензии на бурение продемонстрировать, что они идентифицировали все опасности и риски, связанные с определенным видом деятельности, и имеют план для управления этими рисками”), и устанавливают стандарты управления риском для “настолько низкого уровня, который практически достижим”. Там же, 10, 13. Норвегия требует, чтобы ее держатели лицензии осуществляли контроль внутренней безопасности и использовали анализы риска, имели регламенты, выполняемые на основе риска, и использовали процесс, сходный с британским “обоснованием безопасности” при проверке заявки на получение разрешения. Там же, 11-12. Как Соединенное Королевство, так и Норвегия движутся в направлении подхода, основанного на достижении определенных показателей, к регулированию (типа NRC), далекого от того, который по большей части или целиком является директивным. Там же, 23. Соединенное Королевство, Норвегия, Австралия и Канадские провинции, имеющие выход к морю (все, кроме провинций Альберта и Саскачеван) требуют системы отчетности о крупных неконтролируемых выбросах углеводородов, расследования того, какие из них являются приоритетными, и подведения итогов в годовых отходах, в которых предоставляется “эксплуатационная и производственная статистика”. Там же, 11. Более подробное сравнение этих регулирующих программ можно найти там же, приложение В.

³⁴² Widoff, *сноска*, 133, 225.

³⁴³ См. Paul David, Roland Maude-Griffen, & Geoffry Rothwell, *Learning by Accident? Reductions in the Risk of Unplanned Outages in U.S. Nuclear Power Plants After Three Mile Island* (Учиться на аварии? Снижение риска внепланового простоя на АЭС США после Три-Майл-Айленд), 13 J. Of Risk & Uncertainty 175 (1996) (“Через год после аварии Комиссия по ядерному регулированию (NRC) ввела свой план мероприятий ТМІ, в котором акцентировалось внимание на снижении ошибок оператора с помощью реконструкции цикла управления и улучшения обучения”.

летворенности, возникающей от технического высокомерия, которое про- низывало как промышленность, так и NRC перед аварией на ТМ1-2. Как об- суждается более подробно ниже, эти последние изменения призывают под- вергаемые энергосистемы к более критическому рассмотрению своих операций, повышению роли менеджмента в эксплуатации ядерных устано- вок и большей приоритетности вопросам охраны окружающей среды и общекорпоративной техники безопасности³⁴⁴. До тех пор, пока NRC не провела вторую и третью серию изменений, “техническое обеспечение ядерной установки было основным средством защиты регулирующих орга- нов от ядерных аварий³⁴⁵”.

Одно изменение NRC, проведенное почти немедленно, было связано с тем, чтобы не больше не упускались аварии “Класса 9”, самый серьезный вид аварий, которые могут происходить на АЭС, как практически невоз- можный, и, поэтому, не стоящий рассмотрения при оценке уязвимости станции к авариям³⁴⁶. Это требует дорогостоящей реконструкции и модерни- зации установки и схем связи³⁴⁷. NRC также модернизировала и упрочила многие системы, которые обсуждались при аварии, которые включали тре-

³⁴⁴ Критики АЭС не удовлетворены этими изменениями и утверждают об остаю- щихся серьезных рисках. Например, некоторые указывают на “возрастающий риск вероятности либо стихийного бедствия (например, землетрясения или наводнения) либо террористической атаки на ядерную установку”, и отмечают, что эти риски не “ограничиваются реакторами, вырабатывающими энергию; они возрастают до раз- личных компонентов ядерного топливного цикла, включая производство тепловы- дяющих элементов, и если используется замкнутый топливный цикл, объекты по переработке ядерного топлива”. Leiter, *сноска* 148, 58 (“Авария на ТМ1 в Пенсильва- нии и авария на Чернобыльской АЭС в бывшем Советском Союзе проливают свет на один из самых существенных рисков ядерной энергетики – планы утечки или расплавление реактора”). Другие проблемы, связанные с ядерной энергией, вклю- чают в себя “возможность того, что технологическое развитие может привести к рас- пространению ядерного оружия”, безопасное удаление “значительных количеств радиоактивных отходов, образующихся на существующих и новых объектах”, необ- ходимость введения в действие реформы регулирования для обеспечения “безопасного усиления ядерного сектора” и “политическое желание подготовки необходимых реформы с помощью соответствующих законодателей и агентств”/ Там же, 60-63. Критики также желают, чтобы любой уход от директивного принципа к регулиро- ванию на основе эффективности сопровождался участием агентства и высшего ме- неджмента компании при оценке и управлении риска. См. Thomas P. Grumbly, *Com- parative Risk Analysis in the Department of Energy (Сравнительный анализ риска в Министерстве энергетики)*, 8 Duke Envtl. L. & Pol’y F. 23, 28 (1997) (“Без поддержки высшего руково- дства сопутствующие программы и анализы не будут успешными. Для таких про- грамм требуется содействие, для того чтобы успешно осуществлять согласование, защитные изменения от программы на основе жесткого соответствия к открытой программе, которая основана на установлении приоритетов с гражданами и регули- рующими органами, и которая снизит риск для населения, рабочих и окружающей среды экономически эффективными способами ... Важное значение имеет досто- верная внешняя проверка, включая экспертизу”).

³⁴⁵ Rees, *сноска* 113, 30.

³⁴⁶ Widoff, *сноска* 133, 225; см. также Radetzki & Radetzki, *сноска* 4? 368 (“В общем, ха- рактеристики безопасности ядерных реакторов были существенно улучшены в тече- ние 10-15 лет между аварией в Гаррисберге и временем, когда PSAs [вероятностная оценка риска, которая ранжирует вероятность расплавления активной зоны, прои- сходящая между 16000 и 25000 реакторо-годами]”).

³⁴⁷ См. Widoff, *сноска* 133, 225-26 (“Если ядерная энергия может стать безопасной только за счет непомерно высоких затрат, она перестает быть жизнеспособным энергетическим выбором”).

бование, чтобы ядерные блоки могли автоматически отключаться, что существенно снизит возможность человеческой ошибки³⁴⁸. Кроме того, при непосредственном реагировании на причины TMI-2 NRC модернизировала обучение оператора и требования к персоналу, усовершенствовала контрольно-измерительные приборы в помещении щита управления и оперативный контроль и усовершенствовала инструкции, которым должны следовать операторы в течение чрезвычайной ситуации, включая то, как реагировать на дезориентирующие сигналы³⁴⁹. NRC также требует, чтобы было немедленное уведомление в случае аварии и установлен центр управления в Бетесда, штат Мэриленд, штаб-квартире NRC (при наличии дежурного персонала в течение 24 ч)³⁵⁰. Требуется также, чтобы владелец лицензии проверял аварийные тренировки и планы реагирования на чрезвычайные ситуации несколько раз в год и включение представителей штата и местных правительств в испытаниях³⁵¹.

После TMI-2 NRC и ядерная промышленность также начали менять способ их оценки риска, демонстрируя серьезность, с которой они рассматривают процесс оценки риска. NRC впервые установила регламент информирования о риске, в рамках которого “определяются эмпирические данные риска вместе с другими факторами” с концентрацией внимания на “определенных проблемах конструкции и эксплуатации, которые вызывают больший риск для безопасности населения³⁵²”. Это заменяет регулятивный подход, который основан на введении адекватных коэффициентов безопасности в требования конструкции энергоблока как способе предотвращения или ослабления последствий аварии на основе неспецифических (т.е. неколичественных) вероятностей риска³⁵³.

Потребуется больше времени для улучшения возможностей промышленности и NRC для оценки вероятности возникновения аварии³⁵⁴, которая произошла в середине 1990-х годов, при возрастании использования вероятностной оценки риска (PRA)³⁵⁵. PRA оценивает многие переменные, которые могут сопутствовать иницированию события, включая неопреде-

³⁴⁸ NRC Backgrounder, *сноска* 112, 3.

³⁴⁹ Там же,

³⁵⁰ Там же,

³⁵¹ Там же,

³⁵² Chandler, *сноска* 148, 493.

³⁵³ См. там же. Rees отмечает, что подход NRC к лицензированию перед аварией TMI-2 “ставит акцент” на инженерно-технической защите — “ядерные установки должны проектироваться с запасом прочности” — а принципы проектирования, которые вводят эту концепцию, включают “широкие пределы ошибки”, “дублирующие системы” и “системы безопасности при аварии”, поскольку было “принято даже при “конструкции с запасом прочности, некоторые компоненты и системы будут работать со сбоями”. Rees, *сноска* 113, 30.

³⁵⁴ См. Rees, *сноска* 113, 30 (перечисляется использование оценки рис “для идентификации уязвимости любого блока к тяжелым авариям” как пример “основного изменения”, которое “имело место после аварии”).

³⁵⁵ Chandler, *сноска* 149, 492 (“летом 1995 г. объявила о своей политической цели возрастания использования способов вероятностной оценки риска (PRA) во всех областях ядерного регулирования”). В 2000 г NRC выпустила первую полную версию Плана выполнения регламента с информированием о риске. Там же, 493; см. также Bill Corcoran, *Understanding History in Interpret the Present* (Пониманию истории при интерпретировании настоящего), Nuclear Plant J., Sept. — Oct. 2010, at 42 (говорится, что нефтяная промышленность при разведке и извлечении использует оценку вероятностного риса, и цитируется прорыв нефтяной скважины Макондо в качестве примера отсутствия успеха).

ленности и ограничения действий человека и надежность защитных систем, которые могут участвовать в этом событии³⁵⁶. PRAs также используются для исследования “частоты инициирующего события³⁵⁷”. Целью NRC в использовании PRAs была замена более старой “методологии детерминистской оценки риска”, которая основывает вероятности риска на единичной аварии на основе конструкции, типа разрушения корпуса реактора под давлением — и защиты только от единичной неисправности³⁵⁸. В то время как возрастание PRAs не было непосредственной реакцией на TMI-2, как регулирование на основе риска, так и использование PRAs признают важность людей в цепи причинности аварии и в предотвращении аварии, и они меньше зависят от инженерных средств. Каждое из этих изменений является изменением в секторе офшорной добычи нефти и природного газа, которое должно учитываться при реагировании на причины аварии *Deepwater Horizon*.

В отличие от реакции отрасли офшорного бурения и Министерства внутренних дел на прорыв нефтяной скважины Макондо, NRC также непосредственно критиковала организационное и эксплуатационное безразличие, которое привело к аварии TMI-2³⁵⁹ с помощью дополнительной внешней и внутренней проверки эксплуатации станции³⁶⁰. Например, NRC в

³⁵⁶ Chandler, *сноска* 149, 492, п. 43; *см. также* U.S. Gov/t Accountability Office, GAO-06-1029, Oversight of Nuclear Power Plant Safety Has Improved, but Refinements are Needed 31-32 (2006) [далее Oversight of Nuclear Power Plant Safety] (описывается процесс вероятностной оценки риска и как его может использовать NRC)

³⁵⁷ Chandler, *сноска* 149, 492.

³⁵⁸ Там же, 492 п. 44 (описывается традиционный метод детерминистской оценки риска как использование “аварий на основе конструкции, такой как разрушение корпуса реактора под давлением и защиты от единичной неисправности для демонстрация спектра, с учетом также соображений качественного риска”); *см.* Leiter, *сноска* 149, 37-38 п. 24 (говорится, что реакции населения на риск, который часть “можно приписать чувствительности к социальным и психологическим качествам опасностей ... не моделируемым в оценках технического риска”).

³⁵⁹ Rees приписывает это тому факту, что АЭС были просто присоединены к существующим процедурам и нормам, которые управляют работой намного менее сложных и опасных электростанций на ископаемом топливе. Rees, *сноска* 113, 15 (комментарий по “менталитету ископаемого топлива”, который существовал до ядерных установок типа Три-Майл-Айленд и о том, как он “окрашивал многие аспекты организации процессов жизненного цикла”, включая то, как служащие “отбирались, обучались, вознаграждались и управлялись”). Rees объясняет организационную культуру и культуру оператора на АЭС, отмечая, что “в то время как практика руководства и менеджмента была связана с эффективными принципами управления и мастерством... организационная культура/культура оператора концентрировалась на позициях, нормах, практике и прошлом, и их роли в создании атмосферы, которая воздействует на эксплуатационные характеристики ядерных объектов”. Там же, 34; *см. также* Oversight of Nuclear Power Plant Safety, *сноска* 356, 35-38 (обсуждается, как после медленной реализации процедур для идентификации и рассмотрения проблем, вызванных культурой безопасности, NRC двигалась далее, хотя это вызвало некоторое беспокойство среди заинтересованных кругов).

³⁶⁰ После TMI-2 NRC разработала две новых программы для оценки показателей станции, включая степень и эффективность участия менеджмента станции в работе станции и принятии решений — Программа диагностической оценки (DEP) и Систематическая оценка соблюдения требований лицензий. Каждая из них была сосредоточена на практике управления и организационных аспектах станции, при особом внимании к культуре операторов АЭС. Оценки DEP имеются для общественной экспертизы. NRC Backgrounder, *сноска* 112, 3; *см. также* Rees, *сноска* 43 (говорится о “неопределенности” в NRC в отношении новых программ, направленных на прак-

настоящее время требует, чтобы, по крайней мере, два инспектора NRC жили вблизи каждой АЭС и работали исключительно на станции; должна периодически проводиться их ротация для предотвращения захвата регулятора^{361, 362}. NRC также расширила проведение инспекций, ориентированных на показатели работы и безопасность³⁶³ и установила “список особого контроля” из “вызывающих беспокойство АЭС³⁶⁴”, и станции из этого списка подвергаются более частой инспекции. В то время как невозможно иметь правительственных инспекторов на каждой нефтяной платформе для глубоководного бурения, показатели в области безопасности в сфере глубоководного бурения нефти и природного газа можно подобным образом усовершенствовать с помощью более надежной и частой инспекции нефтяных платформ и компаний, которые производят ключевые элементы оборудования, и с помощью установления списка особого контроля, состоящего из компаний, в которых статистика аварий представляется более проблематичной, чем в других компаниях подобного профиля.

Через девять месяцев после аварии на ТМІ-2, в ответ на поддержку NRC ядерная промышленность создала Институт по эксплуатации АЭС (INPO) для обеспечения единого промышленного подхода к характерным проблемам ядерной регламентации³⁶⁵. INPO распространяет информацию об опыте эксплуатации различных АЭС для членов ядерного сообщества³⁶⁶,

тику управления, которая является в большей степени “сконцентрированной на внимании”, чем “сконцентрированной на решении”.

³⁶¹ NRC Background, *сноска* 112, 3; *см. также* 10 C.F.R. § 50.70 (2010) (подробности в отношении программы постоянного инспектора); Rees, *сноска* 113, 33-34 (обсуждается важность программы постоянного инспектора, требующей, чтобы два или три инспектора NRC работали полное время на каждой АЭС)

³⁶² Захват регулятора — термин, означающий зависимость регулирующего органа (или его представителя) от временного политического влияния или от воздействия проверяемой отрасли.

³⁶³ *См.* David et al., *сноска* 343, 175 (“Авария на ТМІ побудила также NRC проводить более тщательный мониторинг работы станции, увеличить как инспектирование станций, так и затребовать подробности в отчетной документации персонала о нарушениях нормального режима работы”). Усиленный мониторинг NRC в конце 1980-х годов привел к “беспрецедентным многолетним отклонениям на нескольких станциях, когда агентство предполагало нарушение безопасного режима работы станций”. Там же, 175-76.

³⁶⁴ Mathew L., Wald. *Scathing Report Is Issued on Illinois Nuclear Utility* (Выпущен резкий отчет б АЭС в Иллинойсе), N.Y. Times, Nov. 27, 1997, at A1 (отмечается, что в списке было 13 блоков в 1997 г., владельцем шести из которых была компания Commonwealth Edison). NRC с тех пор заменила формальный “список особого контроля” Процессом контроля реакторов (ROP). Описание ROP можно найти в *Detailed ROP Description*, Nuclear Reg. Commission, <http://www.nrc.gov/reactors/operating/oversight/rop-description.html#mainContent> (last updated Mar. 25, 2011).

³⁶⁵ *См.* Robert A. Szalay, *The Reactions of the Nuclear Industry to the Three Mile Island Accident* (Реакция ядерной промышленности на аварию на АЭС Три-Майл-Айленд), 365 Annals N.Y. Acad. Of Sci. 222, 226 (1981) (описана роль INPO в установлении промышленных стандартов для обучения и сертификации операторов и контролирующего персонала, для обучения ответственного в “системе управления” за контроль практики обеспечения безопасности и за “оценку соответствия характеристик станции установленным нормам”); *см. также* Senate Three Mile Island Hearing, *сноска* 18, 11, 25 (заявление Марвина Фертеля [Marvin Fertel], президента, Генерального директора, ответственного по ядерным вопросам Института ядерной энергетики (описывается происхождение образования и функции INPO).

³⁶⁶ Это изменение связано с восприимчивыми в отрасли проблемами связи. *Но см.* Senate Three Mile Island Hearing, *сноска* 18, 11, 25 (заявление Питер Дэвис-Бесс той же 164

проводит регулярные оценки с визитом на станцию и оказывает техническую помощь для корректирования проблем с оборудованием и обслуживанием³⁶⁷. Оценки INPO станций, которая концентрируется на безопасности и надежности блоков во множестве областей должна проводиться в отношении эксплуатации и обслуживания станционного оборудования, а также обучения персонала, должна быть доступна для NRC, которая использует оценки для проверки того, контролируется ли процесс и не упускаются ли “любые проблемы производственных показателей”³⁶⁸. К концу 1980-х годов все энергетические предприятия, которые либо эксплуатировали, либо строили АЭС, стали членами INPO, который подвергал их жесткому аудиту третьей стороной раз в два года, а также помогал в обеспечении того, чтобы информация о проблемах с различными ядерными компонентами, с которыми приходится сталкиваться, была распространена для всей отрасли³⁶⁹. Комиссия по расследованию причин пролива нефти в Мексиканском заливе рекомендовала, чтобы отрасль глубоководного бурения создала новый институт безопасности по модели INPO для дополнения правительственного контроля, который должен обладать техническими знаниями и опытом, эквивалентными тем, которые имеются в отрасли, и не имел связей с лоббированием и интересами отрасли, дисквалифицирующими промышленные объединения типа Американского нефтяного института³⁷⁰. Промышленность, однако, должна выполнять рекомендации Комиссии.

Почему тогда ядерная промышленность и NRC реагировали быстрее и энергичнее³⁷¹ на аварию ТМІ-2, чем руководители отрасли глубоководного бурения или Министерство внутренних дел на прорыв нефтяной скважины Макондо? В следующей части статьи постулируется, что, несмотря на сход-

самой “проблемой самоуспокоенности и избыточной озабоченности финансовыми проблемами финансирования станций”, которая привела к аварии на ТМІ-2).

³⁶⁷ David et al., *сноска* 343, 176.

³⁶⁸ U.S. Oversight of Nuclear Power Plant Safety, *сноска* 356, A1 (сообщается о закрытии NRC АЭС Сион компании Commonwealth Edison вблизи Чикаго в связи с неудовлетворительными результатами проверки INPO, в ходе которой обнаружено, что “при эксплуатации станций продемонстрированы серьезные недостатки в управлении безопасностью и “полное отсутствие прогресса” при решении этих проблем”, и отмечено, что еще над четырьмя реакторами нависла угроза закрытия).

³⁶⁹ David et al., *сноска* 343, 176. Совместные усилия INPO и NRC привели к росту количества полномасштабных имитаторов цита управления с 12 до аварии на ТМІ-2 до 71 к 1988 г. *Там же*.

³⁷⁰ Commission Report, *сноска* 9, 239-42; см. также Babcock, “Corporate Greenwashing”, *сноска* 18, 59-63 (обсуждается важность жесткого внутреннего самоконтроля для повышения экологической и социальной ответственности корпораций).

³⁷¹ Представляется также, что реакция была также экономически эффективной. См. David et al., *сноска* 343, 193 (говорится, что анализ отрасли продемонстрировал “значительное снижение риска выхода из строя” после аварии ТМІ-2, что приписывается “усилиям по реформе системы безопасности”). Авторы подчеркивают, что характерными реформами системы безопасности являются новые программы мониторинга NRC и INPO, инновации в обучении персонала, изменения в проектировании щитов управления, контрольно-измерительных приборах на станциях и практике обслуживания станций. *Там же*, 193. Но см. Senate Three Mile Island Hearing, *сноска* 18, 11 (заявление Питера Лайонса, уполномоченного NRC) (сообщившего, что потенциальная важность проблемы безопасности в связи с крупной полостью в крышке корпуса реактора от коррозии направила “ударную волну через NRC и промышленность”); *там же*, 35 (заявление сенатора Джеффа Меркли, демократа из штата Орегон) (отметившего, что сопла на АЭС Дэвис-Бесс не контролировались, хотя было хорошо известно, что они были источниками утечек).

ства между двумя отраслями и причинами двух аварий, имеются фундаментальные различия между этими отраслями и характером деятельности, которым каждая из них занимается, что и может объяснить непохожие реакции.

IV. Некоторые важные различия между добычей нефти и природного газа из морских месторождений и ядерной промышленностью, которые могут оказать влияние на них

“Мы исследуем радиацию в течение ста лет ... Мы знаем много о ней. Но она невидима. Коллега говорит, если бы я мог окрасить ее в голубой цвет и видеть ее, это не было бы такой проблемой³⁷²”.

В то время как имеются значительные различия между ядерной промышленностью и отраслью глубоководного бурения, имеются также институциональные сходства. Например, ответственная компания в любой отрасли несет строгую ответственность за затраты в связи с аварией³⁷³, и каждая отрасль имеет денежные выгоды в связи с пределом ответственности³⁷⁴. Ни в какой ситуации ответственность не является достаточной для покрытия реального ущерба, который является причиной аварии с катастрофическими последствиями³⁷⁵, и поэтому правительство или физические лица должны принимать на себя оставшиеся издержки³⁷⁶. Каждая отрасль также полу-

³⁷² Peter Heissler, *The Uranium Widows* (*урановые вдовы*, термин, заимствованный из статьи в газете The New Yorker, в которой сообщалось о преждевременной смерти горняков, добывавших уран на рудниках на юго-западе штата Колорадо в середине 20 в., в том числе и для проекта “Манхеттен”), Sept. 13, 2010, 30, 35-36 (цитируется Джон Бойс [John Boice], основатель отделения радиационной эпидемиологии в Национальном институте рака).

³⁷³ См. Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 378 (объясняется теоретическое обоснование строгой ответственности). Авторы также объясняют режим строгой ответственности в рамках Закона о запрете загрязнения прибрежных вод нефтью за ущерб от загрязнения нефтью при ее проливах. *Там же*, 375-76.

³⁷⁴ *Там же*, 379 (объясняется, что “реальной мотивацией для условий потенциального снижения компенсации в отношении передачи или ограничения ответственности, от которого ядерная промышленность и отрасль транспортировки нефти получают выгоду, является заранее составленное мнение, что эти отрасли являются желательными, и, поэтому, должны поддерживаться”, в отличие от других рискованных отраслей). Для более подробного обсуждения, почему, “по сравнению с традиционной гражданско-правовой ответственности, ответственность ядерной промышленности и транспортирования нефти” является “специально квалифицируемой” см. *там же*, 378. В рамках Закона о запрете загрязнения прибрежных вод нефтью предел ответственности за ущерб от проливов офшорных объектов составляет 75 млн. долл., но если только дело связано с грубой небрежностью или злостной деятельностью, нарушением федеральных правил безопасности, или объект не сообщил об аварии или не сотрудничает в деятельности по ликвидации последствий, тогда ответственность неограниченная. Commission Report, *сноска* 9, 283. Иски до 1 млрд. долл. выше предела ответственности в 75 млн. долл. для некоторых типов ущерба могут быть выплачены из Целевого фонда финансирования работ по очистке от проливов нефти, который финансируется за счет налога в восемь центов на отечественную и импортируемую нефть. *Там же*.

³⁷⁵ Президентская Комиссия по расследованию причин пролива обратилась с просьбой к Конгрессу значительно повысить предел ответственности и требования финансовой ответственности для офшорных объектов. Commission Report, *сноска* 9, 284.

³⁷⁶ Одно из различий между двумя отраслями состоит в том, что в ядерной промышленности имеется смешанная система государственного и частного страхования, в которой правительство становится “страховщиком последней инстанции”. Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 379 (“Ответственность ядерной промышленности за ущерб третьей стороне ограничена международными конвенциями, национальным законо-

чает выгоду от правительственных субсидий³⁷⁷, каждая из них состоит из крупных корпораций³⁷⁸, и каждая производит продукт с высоким спросом, для которого еще не имеется широкодоступных альтернатив.

Обе отрасли также подвергаются тому, что проф. экологического права Оливер Хоук (Oliver Houck) называет “риском расположения³⁷⁹”. Риск расположения происходит, когда начинается небольшая деятельность, и она постепенно становится все больше и сложнее, и в результате менее безопасной³⁸⁰. Таким образом, с течением времени как масштаб, так и сложность лежащей в основе деятельности в каждой отрасли становится больше и возрастает риск. Трансформация происходит постепенно, что маскирует факт того, что лежащая в основе деятельность изменяется кардинально, хотя восприятие на нее и реакция – нет.

Роме того, обе отрасли регулируются агентствами, которые имеют внутренне конфликтующие точки зрения в отношении их регулятивных ответственностей. С одной стороны, правительство является регулятором офшорной добычи нефти и ядерной энергии с задачей защиты общественной безопасности и окружающей среды от побочного ущерба; с другой стороны, оно является покровителем социально полезной деятельности³⁸¹.

дательством и финансовыми средствами, находящимися в распоряжении промышленности”). Radetzki & Radetzki обосновывают государственное страхование ядерной промышленности, отмечая, что “социальная лицензия для работы рискованных отраслей промышленности, в сочетании со сбоем рыночного механизма страхования дает мотивацию для действий общественной поддержки в форме передачи высшего риска правительству, по крайней мере, до тех пор, пока не появятся решения частного рынка, эквивалентные задаче. Правительство становится, таким образом, страховщиком последней инстанции, т.е. находится в неоправданной позиции, с учетом того, что распределение риска является одним из фундаментальных мотивов для установления общества”. Там же, 381. Подробное описание смешанной системы частного и государственного страхования, используемой в ядерной промышленности, см. там же, 374 (объясняется, что структура отечественной ответственности делает операторов АЭС “несущими строгую ответственность за ущерб до 254 млн. долл.”, которая гарантируется обязательным страхованием, с риском общего фонда всех владельцев АЭС, покрывающего любой излупшек, и Конгресса, покрывающего любого дополнительного дефиницта).

³⁷⁷ См. там же, 379 (объясняется, что “передача высшего риска от ядерной промышленности, либо правительству, либо пострадавшим, но потенциально невозмещенным третьим сторонам ... может рассматриваться как субсидия ядерной промышленности”).

³⁷⁸ *Nuclear Power in the USA (Ядерная энергетика США)*, World Nuclear Ass’n, <http://www.world-nuclear.org/info/inf41.html> (last updated Oct. 2011); см. также Martha Hamilton, *Nuclear Power Plant Sale Shows Power Shift (Продажи АЭС демонстрируют изменение)*, Wash. Post, Mar. 27, 1999, at E1 (отмечается, что продажа блока 1 ТМ1 за 100 млн. долл. сигнализирует о фундаментальном изменении в структуре электроэнергетики от “сети из почти 200 региональных монополий в небольшое количество национальных конкурентов, которые будут соперничать за потребителей на большом расстоянии по телефону”).

³⁷⁹ Houck, *сноска* 55, 11034.

³⁸⁰ Там же, 11034 (описывается эволюция бурения нефти и природного газа от “суши ... с условиями низкого воздействия”, которая “постепенно перемещается в более чувствительные болотистые местности Залива, а затем в открытые воды ... что похоже на дифференциацию видов, когда происходит что-то так радикально различающееся, что мы воспринимаем как новое животное” как пример “расположения риска”).

³⁸¹ Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 381 (“Правительство играет двойную роль посредством рискованной промышленной деятельности. С одной стороны, она связана с общественной безопасностью, и, таким образом, должна регулировать такую деятельность, или

В обоих случаях правительство не должно допускать содействовать деятельности для изменения баланса таким образом, что социальные издержки на принятие риска будут превышать долговременные социальные выгоды³⁸². Этот ненадежный баланс придает большое значение компаниям типа тех, которые исследованы в этой статье, соблюдающим правила, которые имеются в лицензии, предоставленной им обществом. Общество позволяет компаниям работать с пониманием, что соблюдение этих правил дает выгоды, “большие, чем издержки на редкие чрезвычайные происшествия, к которым они могут привести”³⁸³.

Тем не менее, сходства между двумя отраслями не приводят к сходным проблемам в отношении общественной безопасности, поскольку различия между ними подавляют их сходства. Например, хотя электроэнергетика, частью которой является атомная энергетика, является государственной монополией³⁸⁴, нет гарантии, что штатные агентства, которые устанавливают тариф на электроэнергию, дадут возможность энергетическим компаниям перенести затраты на ликвидацию последствий серьезных аварий на потребителей. Одно время такое случилось, в случае ТМІ-2 Комиссия по услугам населению штата Нью-Джерси отказала в таком запросе, но разрешила компании Metropolitan Edison перенести затраты на покупку замещающей мощности, поскольку компания имела правовую обязанность поставлять электроэнергию своим потребителям³⁸⁵. Нефтегазовая промышленность обладает высокой конкурентоспособностью, но на проверку выясняется, что

полностью запретить. С другой стороны, оно должно помогать в преодолении частных запретов в отношении мер, связанных с риском, если долговременные выгоды для общества считаются большими, чем социальные издержки, связанные с принятием этого риска”). Radetzki & Radetzki отмечает, что “принятие общественностью максимальных катастрофических рисков может быть оправдано зарождающейся промышленностью или стратегическими торговыми аргументами, т.е., что деятельность является ценной для общества, но она не должна проводиться, если она должна переносить общую ответственность за создаваемые риски”. Там же, 383.

³⁸² Там же.

³⁸³ Там же, 381 (“наличие правила и отсутствие запрета можно рассматривать как лицензию, выражение оценки обществом (в основном политической) этой деятельности до тех пор, пока правила соблюдаются, и представляется, что выгоды для общества больше, чем издержки на редкие чрезвычайные происшествия, которые она вызывает”).

³⁸⁴ Widoff, *сноска* 133, 238 (“Так как значительные рыночные силы не работают в мире монополии коммунальной компании, правительство должно проводить мониторинг ядерной промышленности и должно поддерживать самые высокие стандарты ответственности в промышленности”). Еще одно последствие монополии коммунальной компании состоит в том, что она ведет себя, “как если бы каждое предприятие является отдельным островом”, т.е. не “уделяется серьезного внимания” “производственному опыту (включая аварии) других АЭС”. Rees, *сноска* 113, 23.

³⁸⁵ Widoff, *сноска* 133, 224-25 (“Две штатные комиссии по регулированию желали перенести затраты на выкуп [замещаемых мощностей] на потребителей GPU (электроэнергетической компании). Widoff объясняет, что “две регулирующие комиссии ... выражали точку зрения, что банкротство GPU и ее филиалов было нежелательным. Если бы GPU вышло из бизнеса, то затраты на очистку ТМІ должны были бы перейти на некоторые другие организации и другую электроэнергетическую компанию, которая должна была бы принять ответственность за предоставление услуг по поставке электроэнергии”. Там же, 237.

нет компании типа BP, которая запрещала бы переносить затраты в связи с потерями на потребителей³⁸⁶.

Таким образом, опасение экономических последствий ядерной аварии является значительной мотивацией для компаний в сфере ядерной энергетики быть очень осторожными³⁸⁷. В целом, для нефтегазовой промышленности нет этой проблемы, и индивидуальные компании, по-видимому, способны противостоять авариям с катастрофическими последствиями³⁸⁸.

Однако наиболее значительные различия между двумя отраслями связаны с типом ущерба, причиняемого при ядерной аварии, по сравнению с ущербом от пролива нефти, а также с неодинаковой реакцией населения³⁸⁹. Основной проблемой после ядерной аварии является воздействие на здоровье населения. Это редко бывает проблемой после прорыва скважины³⁹⁰; осязаемый ущерб для окружающей среды относительно кратковременный, обычно локализованный, и, по-видимому, обратимый, а также имеется возможность ремедиации и ограничения. Радиация, с другой стороны, является невидимой, долговременной, может воздействовать на сравнительно значительную территорию, и она не может быть обратимой или восстанавливаемой.

³⁸⁶ См. Gold & Casselman, *сноска* 17, 2 (сообщается, что прорыв скважины Макондо будет стоить BP и ее партнерам, по оценке, 40 млрд. долл.).

³⁸⁷ Widoff, *сноска* 133, (“Воздействия ядерных аварий на финансовое будущее строительство ядерных объектов является существенным”). Затраты на ликвидацию ядерных аварий являются “слишком серьезными, т.е. практически недопустимыми даже для самой крупной электроэнергетической компании”). Там же, 223; см. также Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 382 (“Принятие общественностью необходимости только высшего риска предполагает высокие отчисления в большинстве случаев выходящие за пределы ограниченных, подлежащих страхованию сумм, доступных для фирмы, которая осуществляет рискованную деятельность. Для аварий с катастрофическими последствиями отчисления обычно должны быть настолько большими, что они будут угрожать выживанию фирмы”). Но отмечается также, что “реально” оцениваемые затраты на аварию для третьей стороны составляют 0,2% от общих затрат на генерацию электроэнергии... “ Там же, 369. Это опасение в некоторой степени снижается за счет государственных субсидий, которые позволяют правительству дополнять частное страхование электроэнергетической компании. См. там же, 366.

³⁸⁸ По-видимому, пролив не должен оказать большого финансового воздействия на BP. См. Krauss, *сноска* 299, в9 (сообщается, что акции BP “восстановили больше половины потерянной стоимости” после пролива нефти в связи с аварией *Deepwater Horizon*, и что компания “недавно восстановила дивиденды, которые резко упали после аварии); см. также Werdigier, *сноска* 314, В3 (сообщается, что BP, несмотря на разноску своих первых потерь почти на 20 лет – 3,7 млрд. лет – заплатила дивиденды своим акционерам, и что BP объявила о сокращении своих операций по добыче, удвоении затрат на разведку с помощью инвестирования в развивающиеся экономики, такие как Бразилия, Ливия и Иордания, и продала два своих нефтеперерабатывающих завода, включая завод в Техас-сити, место, где произошел взрыв, в результате которого погибло 15 рабочих”); BP to Cut Production, *Focus on Exploration* (BP сокращает добычу, концентрируется на разведке), Greenwire (Jan. 31, 2011), <http://www.eenews.net/Greenwire/print/2011/01/31/11> (сообщается, что BP будет снижать добычу до 3,6 млн. баррелей в день, снизив на 10% свои уровни добычи 2009 г., и что эксперты ожидают долговременный рост для BP в связи с ее работами по разведке сланцевого газа).

³⁸⁹ См. Rob Stein, *Radiation Threat Can Take Great Psychological Toll, Experts Say* (Радиационная опасность может привести к большим психологическим потерям), Wash. Post, Mar. 15, 2011, at 9 (объясняется, что люди опасаются радиации, хотя “это намного меньший канцероген, чем сланцевый газ.”)

³⁹⁰ Но см. Commission Report, *сноска* 9, 191-95 (призыв к оценке непосредственных и косвенных ментальных и физических воздействий на здоровье от прорыва скважин, включая беспокойство в связи с социально-экономическими воздействиями).

мой³⁹¹. Когда выделяется радиация в окружающей среде, “невидимое загрязнение остается в части окружающей среды, и она поглощается элементами ландшафта, тканями организма, и что хуже всего, генетическим материалом переживших организмов. Никогда не звучит “все чисто”. Никогда не закрывается учетная книга³⁹²”. Когда это случается, самой эффективной реакцией является эвакуация людей из облученной территории и в мониторинге уровня радиации в воздухе, почве, растениях, грунтовой и поверхностной воде; это направление действий, которые проводились после аварии, которая произошла на 2 блоке АЭС ТМ³⁹³.

Основной момент состоит в том, что люди боятся радиации; они не боятся нефти и газа³⁹⁴. Население Америки получило представление о радиации после атомной бомбардировки двух крупных японских городов.³⁹⁵ Это событие осталось неизгладимым в сознании американцев, и вместе с ним страх радиации³⁹⁶. Несмотря на впечатляющие характеристики безопасности ядерной промышленности³⁹⁷, в особенности по сравнению с другими

³⁹¹ См. Kemeny Commission Report, *сноска 18, 81* (“Никогда прежде людей не просили жить с такой неопределенностью. Авария ТМ – авария, которую мы не можем увидеть, или ощутить на вкус или запах ... это авария, которая является невидимой. Я думаю, что тот факт, что она невидима, создает ощущение неопределенности и страха у части людей, которые могут находиться довольно далеко от реальности самой аварии”) (цитируется Theodore Gross, проектор по учебной работе университета штата Пенсильвания).

³⁹² См. Paul Voosen, *Human “Wired for Terror over Remote Radiation Threats (Люди взволнованы угрозой террора, связанного с радиоактивным заражением)*, *Greenwire* (Mar. 18, 2011), <http://eenews.net/Greenwire/print/2011/03/18/1>.

³⁹³ См. *сноски 142, 144* и сопровождающий текст.

³⁹⁴ *Но см.* Hessler, *сноска 371, 30* (описывается поддержка жителями г. Ураван (штат Колорадо) открытие нового уранового рудника, несмотря на тот факт, что правительство ранее полагало, что их город отличается слишком высоким уровнем радиоактивности для выживания после поставки уранового концентрата для проекта Манхеттен (программа в США по разработке ядерного оружия, осуществление которой началось в сентябре 1943 г.).

³⁹⁵ См. Widoff, *сноска 133, 2296, п.53* (“Жизненно важно напоминать о страхе в отношении ядерной энергии, который существует у многих людей. Первым применением ядерной энергии было сбрасывание атомных бомб, которые разрушили два крупных японских города. Страх, связанный с радиацией, вселился в нас с тех пор, и он усугубляется в связи с тем фактом, что в отличие от наводнений или ураганов мы не можем ни услышать, ни обонять радиацию”) (цитируется Kemeny Commission Report, *сноска 17, 19*); см. также Radetzki & Radetzki, *сноска 4* (кратко излагается трехстадийный анализ риска для ядерной промышленности, в котором рассматривается “вероятность того, что произойдет крупная авария, следствием которой будет сильное радиоактивное излучение, и что значение ущерба для третьих сторон будет выражаться с точки зрения воздействия на жизнь, здоровье и физического разрушения”).

³⁹⁶ Stein, 389 (сделан вывод, что “представление об обожженных жертвах Нагасаки и Хиросимы” и “то, как радиация отображается в массовой культуре”, может стать причиной страха радиации).

³⁹⁷ Lewis, *сноска 103, 48-49* (“При почти 3000 реакторо-лет характеристики безопасности атомной энергии за последние десять лет фактически не имеют себе равных в американской промышленности. Если мы будем рассматривать характеристики реактора и простои при авариях, то ядерные установки будут находиться среди самых безопасных мест для работы во всем промышленном секторе”) (цитируется John E. Kane, вице-президент NEI [Института ядерной энергии]); см. также Radetzki & Radetzki, *сноска 4, 368* (отмечается, что “при более чем 6000 лет эксплуатации реакторов в странах ОЭСР” только “одно расплавление активной зоны произошло в реальности (Гаррисберг, 1979 г.)”. Это подсчет должен измениться после аварии с ка-

отраслями, склонными к авариям³⁹⁸, авария на ТМ-2 серьезно поразила сознание американцев, хотя она обошлась без человеческих жертв или ощутимого ущерба для окружающей среды³⁹⁹. Через семь лет авария в Чернобыле “беспопачдно” напомнила “миру об опасностях рискованной эксплуатации” атомных электростанций⁴⁰⁰. В Чернобыле 32 человека погибли почти немедленно от радиационного воздействия, и намного больше летальных исходов ожидалось в будущем⁴⁰¹. Значительное количество участков земли

тастрофическими последствиями на АЭС Фукусима в Японии, где при совместном действии землетрясения в 9 баллов и цунами вышла из строя система охлаждения активной зоны реактора, что привело к частичному расплавлению активной зоны и выбросу цезия и радиоактивного йода на окружающую территорию, а также взрыву водорода, который привел к разрушению наружной оболочки двух реакторов. *См. William J. Broad, Danger Posed by Radioactivity in Japan Hard to Assess (Опасность, вызванную радиоактивностью в Японии, трудно оценить), N.Y. Times, Mar. 13, 2011, at A11; см. Также Cancer from Japan Disaster May Be Hidden (Рак вследствие катастрофы в Японии может быть скрытым), MSNBC.COM, Nov. 20, 2011, <http://today.msnbc.msn.com/id/45376302/ns/today-health/future-cancers-fukushima-disaster-may-be-hidden/#.Tsm0E2B0UqQ>; Debra Black, The Plan for Fukushima's Nuclear Waste (План для обращения с ядерными отходами Фукусима), Toronto Star, Nov. 19, 2011, <http://www.thestar.com/news/world/article/1088526-explainer-gukushima-cleanup>.*

³⁹⁸ *См. Radetzki & Radetzki, сноска 4, 370* (“В исследовании, проведенном в США, сделан вывод, что максимальное количество людей, которые могут погибнуть в самом худшем случае, вероятно, больше для разрушений плотин, чем для любых других видов опасности”). Radetzki & Radetzki отмечают, что в 1984 г. произошли взрывы и пожары в хранилище сжиженного нефтяного газа в пригороде Мехико, которые стали причиной гибели, по крайней мере, 500 человек, травм 7231 человека и потребовали эвакуации 39000 чел., а в 1985 г. выброс токсичных химических веществ на заводе по производству инсектицидов компании Union Carbide в г. Бхопал, Индия, который привел к гибели 5000 чел. и подверг постоянной опасности более 200 тыс. чел. Денежные затраты на не ядерные катастрофы также могут быть огромными. *Там же, 372* (“Если 2,2 млрд. долл. на очистку после аварии с танкером *Экхон Mobil* в связи с проливом 38000 т нефти дают точное отражение затрат для общества от этой аварии, тогда можно легко представить выброс в десять раз большего количества нефти в чувствительные места окружающей среды, когда потребуются десятки млрд. долл.”).

³⁹⁹ Lewis, сноска 103, 48 (“Инцидент на Три-Майл-Айленд в 1979 г. катализировал настроения американцев и повредил репутации ядерной промышленности”); *см. также Radetzki & Radetzki, сноска 4, 367, п.2* (“Негативные психологические последствия от аварии на ТМ1 были значительные. Порядка 144000 человек было эвакуировано из своих домов в результате аварии”); Kemeny Commission Report, сноска 17, 8 (“То, что стало совершенно ясно после аварии на ТМ, это воздействие на национальном и международном уровне, которое привело к серьезной озабоченности в отношении безопасности ядерной энергии”).

⁴⁰⁰ Lewis, сноска 103, 48. Lewis (Льюис) отмечает, “Чернобыль представляет классический страх разрушительных способностей АЭС, так как бетонный саркофаг, накрывший реактор № 4, безжалостно напоминает миру об опасностях рискованной работы ... Что еще более важно, Чернобыль представляет невероятно разрушительный потенциал плохо регулируемых гражданских АЭС”. *Там же, 51.*

⁴⁰¹ Radetzki & Radetzki, сноска 4, 369 (обсуждается “Чернобыльская катастрофа” 1986 г., и утверждается, что “ранняя оценка ущерба от Чернобыля, в которой 32 человека погибли от радиации на ранней стадии, ... ожидается намного больше смертельных исходов в будущем, и большие участки земли были очень сильно загрязнены, и это предполагает, что общие затраты на ликвидацию последствий аварии составят от 15 до 20 млрд. долл.”). Radetzki & Radetzki отмечают, что эти “значения отражают низкий уровень ВВП на душу населения в Украине и относительно низкую плотность населения в зоне действия реактора”. *Там же.*

вблизи АЭС было серьезно загрязнено, и они остаются таковыми по сей день⁴⁰². После Чернобыля мир стал еще больше напуган атомной энергией⁴⁰³. Как отмечают ученые, “всего лишь представление об опасности вызывает взволнованное настроение общественности и приводит к тому, что страховщики, приученные к статистически предсказуемым рискам, уклоняются от ядерного бизнеса⁴⁰⁴”.

Результат таков, что ядерная энергия занимает предельное положение на опасной шкале рисков – рисков, которые обладают потенциалом “образования серьезных последствий в случае аварий”, даже когда вероятность происхождения таких аварий является очень малой⁴⁰⁵. “Эвристический эффект”, который порождает у людей инстинктивное недопонимание рисков, связанных с полезной деятельностью, и переоценку непреднамеренных рисков⁴⁰⁶, может объяснить, почему люди переоценивают значительную величину “огромного риска⁴⁰⁷”. Негативные ощущения в отношении деятельности, которая стимулирует “огромный риск”, могут “привести индивидуальных лиц к оценке уровня риска как высокого⁴⁰⁸”. В самом деле, характерные особенности атомной энергии – неконтролируемость, потенциальная катастрофичность или фатальность, непреднамеренность, невидимость, необратимость, сложность и подвержение риску не родившихся поколений, рассматриваются как “подробный список” факторов, угрожаю-

⁴⁰² Там же. Но см. Hessler, *сноска* 372, 33 (“Спустя более чем 20 лет после обширного исследования не имеется непротиворечащих доказательств возрастающего количества врожденных дефектов, лейкемии или большинства других, связанных с радиацией болезней”).

⁴⁰³ Leiter, *сноска* 148, 60; см. Lewis, *сноска* 103, 52 (говорится о глобальном воздействии Чернобыля, и сообщается, что “независимо от статистических реальностей безопасности ядерной энергии, все еще имеется обобщенный, выражаемый словами страх АЭС”, приводящий страны типа Германии и Бельгии “отказаться от атомной энергии как способа производства электроэнергии”, хотя другие страны типа Китая, Индии, Пакистана, Бразилии и Южной Кореи сохраняют интерес к “расширению своих ядерных мощностей”).

⁴⁰⁴ Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 369.

⁴⁰⁵ Freudenburg, *сноска* 183, 2.

⁴⁰⁶ Leiter, *сноска* 148, 41-42 (определяется явление эвристического эффекта как описательного термина для эффекта познавательных и аналитических склонностей, воздействующих на общественное восприятие); см. также Cass R. Sunstein, *Irreversible and Catastrophic: Global Warming, Terrorism, and Other Problems* (Необратимое и катастрофическое: Глобальное потепление, терроризм и другие проблемы), 23 Pace Envtl. L. Rev. 3, 10 (2005) (отмечается, что человеческая мысль также опирается на “эвристику доступности” при оценке восприятий индивидуального риска, принимая решение на основе “легкости, с которой можно привести пример, в котором риск составляет функцию”). См. Hope M. Babcock, *Responsible Environmental Behavior, Energy Conservation, and Compact Fluorescent Bulbs: You Can Lead a Horse to Water, But Can You Make It Drink? (Экологическое поведение, экономия энергии и компактные люминесцентные лампы: Вы можете привести лошадь на водопой, но не можете заставить ее пить)*, 37 Hofstra L. Rev. 943 (2009) (обсуждается каким образом определенное когнитивное эвристическое влияние персонального экологического решения служит в качестве препятствия для реформы); Hope M. Babcock, *Assuming Personal Responsibility for Improving the Environment: Moving Toward a New Environmental Norm (Принимая личную ответственность за улучшение состояния окружающей среды: Движение к новым экологическим нормам)*, 33 Harv. Envtl. Rev. 117 (2009).

⁴⁰⁷ Leiter, *сноска* 148, 42 (описываются “огромные риски как такие риски, которые являются неподдающимися контролю, нанесенные неумышленно и имеющие летальные последствия, которые несправедливо распределяются в обществе”).

⁴⁰⁸ Там же.

щих риск⁴⁰⁹. Эти эвристические и рискованные склонности могут привести людей к чрезмерному страху ядерной энергии⁴¹⁰ и стимулировать реакцию активногоклонения⁴¹¹.

Страх американского населения от радиации и АЭС не уменьшился после ТМІ-2⁴¹². Люди понимают, что ядерная технология является безжалостным и неточным воплощением науки, и что производство ядерной энергии “сопровождается большой опасностью⁴¹³”. Критики ядерной энергии, которые выступают против недавних изменений лицензий, которые должны продлить срок службы эксплуатации АЭС и ускорить процесс лицензиро-

⁴⁰⁹ Там же, 64. Эти факторы включают в себя “страх, неконтролируемость, потенциальную катастрофичность, фатальность, несправедливое распределение, подвергание риску будущих поколений, непреднамеренность, не наблюдаемость, неизвестность, новизну, необратимость, созданное человеком, сложность и неизвестность”. Там же (цитируется Gregory N. Mandel, *Technology Wars: The Failure of Democratic Discourse* (Технологические войны: Неудача демократического изложения), 11 Mich. Telecomm. Tech. L. Rev. 116, 161 n.152 (2005). “Короче говоря, атомная энергия занимает “особое положение” в психометрическом факторном пространстве”. Там же (цитируется Paul Slovic et al., *Decision Processes, Rationality and Adjustment to Natural Hazards* (Процессы принятия решений, рациональность и приспособление к стихийным бедствиям), in 26 The Perception of Risk 220, 229 (Paul Slovic ed., 2000).

⁴¹⁰ Leiter, сноска 148, 64. Так как производство ядерной энергии часто получает содействие в качестве противоядия глобальному изменению климата, этот страх, который сильнее, чем страх изменения климата, может подрывать характерную особенность этого призыва. См. также, 60 (говорится, что в той степени, в которой возобновление работы ядерной промышленности предлагается в качестве альтернативы глобальному потеплению, это может быть сведено на нет “серьезной, широко оповещаемой аварией – или даже угрозой происшествия”).

⁴¹¹ См. Stein, сноска 388, А9 (“Что мы знаем из опыта, что психологический след ядерной аварии может быть не только серьезным, но во многих случаях больше, чем эффект радиации” (цитируется Steven Becker из университета штата Алабама).

⁴¹² См., например, Peter Behr, *Foes Renew Protest Against Reactors Chosen by Duke and Progress* (Недоброжелатели протестуют против реакторов, выбранных компаниями Duke Energy и Progress Energy), Climatewire (Jan. 11, 2011), <http://www.cenews.net/climatewire/2011/01/11/3> (сообщается об оппозиции конструкции реактора AP1000 компании Westinghouse (водо-водяной реактор мощностью 1100 МВт), поскольку отверстие в верхней части здания защитной оболочки ядерного реактора дает возможность утечки радиоактивного пара, “подобно дыхательному отверстию у кита”, в течение расплавления активной зоны (цитируется Arnold Gundersen). 10 февраля 2011 г. NRC опубликовала уведомление о конструкции реактора AP1000 и сопровождающую оценку воздействия на окружающую среду для открытых комментариев. Jenny Mandel, *NRC Requests Public Comments on AP1000 Reactor Design Application* (NRC запрашивает открытые комментарии в отношении применения конструкции реактора AP1000), Greenwire (Feb. 11, 2011), <http://www.cenews.net/Greenwire/print/2011/02/11/11>.

⁴¹³ Widoff, сноска 133, 238; см. также *Oversight on the Nuclear Regulatory Comm’n on Env’t and Pub. Works* (Контроль NRC: Слушания в Подкомитете по чистому воздуху, изменению климата и ядерной безопасности Комитета по окружающей среде и общественным работам) 109th Cong. 10 (2006) (заявление сенатора Обамы) (“Как знает NRC, жизнеспособность атомной энергии покоится по большей части на позиции населения, обладающего полным доверием в отношении мер безопасности для здоровья и безопасности, даже если потенциальные риски находятся в пределах федеральных стандартов по здоровью и безопасности, понятно, что люди остаются настроенными скептически и озабоченными в отношении ядерной энергии”). Radzetzki & Radzetzki, сноска 4, 382 (“В более общем смысле, ... выживание всей отрасли зависит от ее способности предотвращать серьезные аварии”).

вания⁴¹⁴, испытывают мало комфорта от показателей по технике безопасности в промышленности⁴¹⁵. Например, хотя повышение срока службы эксплуатации существующих реакторов позволяет экономить время и затраты для строительства нового реактора⁴¹⁶, предложение по удвоению эксплуатационного срока службы существующих реакторов с 40 до 80 лет⁴¹⁷ встретило оппозицию общественности. Как утверждал один критик:

Убеждение, что отсутствие в последнее время крупных аварий делает такое событие “отдаленной возможностью”, которая, поэтому, обосновывает отмену требований безопасности, является таким же самым безответственным представлением, которое заложило фундамент для аварии ВР. Эта катастрофа иллюстрирует так же хорошо, что, чем сложнее применяемая технология, тем больше шансов на катастрофические разрушения, несмотря на

⁴¹⁴ См. также Lewis, *сноска* 103? 31-40 (отмечается критика того, что изменения трансформировали процесс одобрения от процесса лицензирования в одно нормотворчество, жестко ограничили возможности оппонентов ядерной промышленности ставить под сомнение отделение участка под строительство АЭС и лицензирование, и снижать жесткость тщательной проверки заявлений на получение лицензии, поскольку процесс отделил местные проблемы от предложенной конструкции реактора). Общее обсуждение изменений от лицензирования к регламенту можно найти там же, 40-41, 56 (описаны изменения NRC, сделанные в процессе ядерного лицензирования для снижения неэффективности и неопределенности в процессе ядерного лицензирования, побуждаемого инициативой Министерства энергетики от 2002 г., Ядерная энергетика 2010, предназначенной для “запуска коммерческой ядерной энергетик”).

⁴¹⁵ См. Leiter, *сноска* 148, 36 n.20 (обсуждаются результаты опроса 1999 г. и объясняется, что “прошлые аварии, неправильные сведения ядерной промышленности ... и растущее недоверие ко многим учреждениям, в особенности к учреждениям, связанным с атомной энергетикой, таким как Министерство энергетики, вызывает недоверие населения к технологии. И все сигналы указывают, что это недоверие углубляется. С другой стороны, американцы поддерживают идею оставить ядерный вариант открытым, возможно, как козырную карту против будущего дефицита энергии или только для демонстрации энергетической альтернативы при решении проблемы глобального потепления. Таким образом, в то время как население может поддерживать эту технологию в будущем, имеется мало оснований говорить, что будущее начинается” (цитируется Eugene A. Rosa, *Public Acceptance of Nuclear Power: Déjà vu All Over Again?* (Принятие населением атомной энергии: и снова полное déjà vu?), *Physics & Soc'y*, Apr. 2001, 20, имеется на <http://www.asp.org/units/fps/newsletters/2001/april/ap5.pdf>). Многие полагают, что “в нынешней политической ситуации крупномасштабные национальные обязательства в области ядерной энергии фактически невозможны”. Там же, 36; см. также Anne Paine, *TVA Plans Spark Safety, Enviro Concerns* (Планы Управления ресурсами в долине реки Теннесси в отношении безопасности, проблемы окружающей среды), *Greenwire* (Oct. 7, 2010), <http://www.eenews.net/Greenwire/2010/10.07/archive/14?terms=TVA+plans+spark+safety+enviro+concerns> (сообщается о негативной реакции населения на планы TVA по росту на 30% своих обязательств по производству ядерной энергии с помощью строительства четырех новых ядерных реакторов в следующие 8-12 лет, и цитируются слова местного жителя, который в 2008 г. чистил выбросы угольной золы на TVA, сказавшего: “Мы, к несчастью, имеем возможность того, что будут неприязни”).

⁴¹⁶ См. Behr, *сноска* 107.

⁴¹⁷ NRC уже продлила срок лицензии на половине реакторов страны на 20 лет, но последний раунд расширения должен привести к удвоению срока службы этих и потенциально других реакторов. Там же. Теоретически все компоненты АЭС, включая сам корпус ядерного реактора, могут быть заменены на новые, и в самом деле многие из них заменяются вследствие чрезвычайных условий, при которых работают реакторы. Вопрос в том, есть ли в этом экономический смысл. Там же.

дублирование элементов безопасности, встроенных в систему. Один из важнейших уроков из пролива нефти в Заливе состоит в том, что меры по ускорению лицензирования идут в обход правил по безопасности, и, вообще, подрывают регулирование, и могут привести к трагическим последствиям. Катастрофы с проливом нефти и радиационные аварии будут продолжаться, и, таким образом, мы должны резко изменить направление развития нашего энергетического будущего⁴¹⁸.

Страх населения, по-видимому, не является фактором, воздействующим на офшорную добычу нефти и природного газа. Хотя нефтяная промышленность имеет некоторые общие характеристики, которые ставят радиацию гораздо выше на “шкале опасности”, население не боится ее так сильно. Поэтому имеется минимальное психологическое давление на офшорную добычу нефти и природного газа для соблюдения чрезвычайной осторожности при бурении на большой глубине. В самом деле, недавние опросы показали, что в то время как общественная поддержка ядерной энергии, как и ожидалось, снизилась после аварии на АЭС в Японии, поддержка глубоководного бурения нефти и природного газа, которая стала убывать после прорыва скважины Макондо, существенно возросла⁴¹⁹.

После аварии на ТМР-2, продемонстрировавшей, что ядерная авария с катастрофическими последствиями является реальностью, последовали ужасающие последствия Чернобыля, сделавшие малоубедительными обязательства страны в отношении ядерной энергии как источника энергии⁴²⁰.

⁴¹⁸ Press Release, Michele Boyd, Physicians for Soc. Responsibility, Experts Warn Legislative Deregulation for New Reactors Would Repeat BP Mistakes (Сообщение для печати –Мишель Бойд, руководитель организации “Врачи за социальную ответственность”, Эксперты предупреждают, что законодательная отмена регулирования для новых реакторов должна привести к повторению ошибок BP. (23 июня 2010 г.). В сообщении для печати дается ссылка на юриста в сфере общественных интересов, который сказал, что “параллель с разрешением на добычу нефти в Заливе связана с сокращением правовых процессов, предназначенных для заблаговременной идентификации и обращения к рискам. Предложенное законодательство должно, например, устранить независимую проверку, которая в настоящее время проводится экспертами NRC по бесспорным проблемам, и должно облегчить для правительства возможность избежать рассмотрение менее опасных альтернатив для реакторов. Пролит BP дает наглядный пример в отношении рисков изъятия правовых процессов для жесткого правительственного контроля рисков для безопасности и окружающей среды, поскольку BP было разрешено начинать бурение без проведения строгого экологического анализа, который обычно требуется по федеральному законодательству. В случае новых реакторов NRC уже серьезно ослабила ключевые аспекты правового процесса для проверки реактора”. Там же..

⁴¹⁹ См. Kate Howell, *Polls Show Drop-off in Support for New reactors (Опросы показывают снижение поддержки новых реакторов)*, E&ENews PM (Mar. 22, 2011), <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/03/22/1> (говорится, что Pew Research Center (американская социологическая организация) сообщает о росте на 5% с октября 2010 г. количества противников АЭС, в то время как опрос Института гражданского общества свидетельствует, что 58% американцев “оказывают меньшую поддержку расширению АЭС, чем это было месяц назад”, и сообщается, что Pew Research Center провел опрос, который показал рост на 13% в поддержку глубоководного бурения с июня прошлого года.

⁴²⁰ См. Widoff, *сноска* 133, 225 (“В то время как воздействия аварии на здоровье не станут известные в течение многих лет, вновь воспринимаемый риск серьезной аварии уже оказывает глубокое воздействие на выбор атомной энергии”); см. также Norimitsu Onishi, Henry Fountain, & Tom Zeller, Jr., *Crisis at Pair of Reactors Undercores Japan's Fear of the Nuclear Industry (Кризисная ситуация с двумя реакторами подчеркивает опасения*

Эти аварии вновь подтвердили опасения населения в отношении радиации, сделав очень маловероятным, что если только ядерная промышленность не примет быстрые, упреждающие шаги по восстановлению доверия американцев к ядерной энергии, страна должна пересмотреть свои обязательства в отношении ядерной энергии⁴²¹, и все еще может это сделать, в особенности после недавней ядерной аварии в Японии⁴²². Как следствие одной из круп-

Японии в отношении ядерной промышленности), N.Y. Times, Mar. 13, 2011, at A12 (цитируется James M. Acton из Carnegie Endowment for International Peace [Фонд Карнеги за международный мир], сказавший, что “ядерная промышленность” должна быть потрясена аварией, и отметивший, что население не будет полагаться на аргументы промышленности после аварии на Чернобыльской АЭС и ТМІ-2, что новые реакторы будут иметь лучшие показатели безопасности, и что меры безопасности на АЭС будут пересмотрены, возможно, вызвав задержку в дальнейшем развитии).

⁴²¹ Radetzki & Radetzki, *сноска* 4, 370 (“Ядерная промышленность, по-видимому, занимает особое место с точки зрения общественных опасений, хотя эмпирические факты и PSAs не подтверждают, что они должны быть”. Leiter, который выступает против повторного возрождения ядерной промышленности, в определенной мере утешается тем фактом, что хотя в то время, когда она писала свою статью, NRC имела 22 заявления на строительство и эксплуатацию 33 новых ядерных энергоблоков, “регулирующие ограничения, потенциальные ограничения в цене поставки элементов реакторов и необходимость обучения новых операторов АЭС” делали маловероятным, что какие-либо новые реакторы будут построены до 2020 г. Leiter, *сноска* 148, 56. С другой стороны, остаются опасения в отношении воздействия законодательных инициатив на жизнеспособность отрасли, типа таких, которые имеются в Законе об энергетической политике от 2005 г., которые, среди прочего, “создают налоговый кредит в размере 125 млн. долл. в год за 1 ГВт для 6 ГВт новых ядерных мощностей (около шести крупных блоков) для восьми лет эксплуатации”, “продлевающие положения об ответственности за возмещение ущерба в рамках Закона Прайса-Андерсона от 1997 г. (и фондовый пул) еще на 20 лет, до 2025 г.”, санкционированные Министерством энергетики для возмещения расходов энергетических компаний до 500 млн. долл. затрат, связанных с отсрочками NRC” и “устанавливающие федеральную программу гарантий по займам, поддерживающую до 80% затрат на строительство”. Там же, 57.

⁴²² Это отражается в уроках, полученных в результате аварии на ТМІ-2, в том, что NRC почти незамедлительно после аварии на Фукусима-1 заказала обзор по показателям безопасности всех работающих реакторов и приостановила проверку заявлений в стремлении продлить срок эксплуатации старых реакторов. См. Hannah Northey & Anne C. Mulkeren, *Earthquake Risks Must Be Reanalyzed for U.S. Reactors* (Пуски землетрясений должны быть повторно анализированы), Greenwire (Mar. 24, 2011), http://www.cenews.net/Greenwire?2011/03/24/archive/4?terms=Earthquake+risks+munist+be_reanalyzed+for+U.S.+reactors; см. также Nuclear Regulatory Comm’n, Office of New Reactors, Office of Nuclear Reactor Regulation? NRC Info. Notice 2011-057: Tohoku-Taiheiyoku-Oki Earthquake Effects on Japanese Nuclear Power Plants (2011), *имеется на* <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/info-notices/2011/ML110760432.pdf> (информируются все 104 оператора атомных станций и обращение с просьбой ко всем операторам о проверке информации для ее применимости к их объектам для рассмотрения соответствующих действий); Peter Behr, *U.S. Nuclear Plants are Safer than Japan’s, but Operational Quality Needs Work* (АЭС США безопаснее, чем японские, но необходимо обеспечить качество эксплуатации), Climatewire (Mar. 21, 2011), <http://www.cenews.net/climatewire/print/2011/03/21/4archive/1?terms+behr> (обсуждается уведомление NRC); Christa Marshall, *Nuclear Revival Plans Continue in Some States* (Планы возрождения ядерной энергетики продолжают в некоторых штатах), Climatewire (Mar. 21, 2011), <http://www.cenews.net/climatewire/print/2011/03/21/4> (обсуждается смешанная реакция в штатах на аварию на японской АЭС), Northey, *сноска* 108 (сообщается, что заместитель генерального директора NRC по реакторам и программам готовности Мартин Виргилио (Martín Virgilio) сказал, что “NRC повторно проанализи-

нейших проверок ядерной промышленности, еще одна авария с катастрофическими последствиями гарантированно приведет к тому, что американцы не допустят ее⁴²³. Ядерная промышленность не имеет выбора. Если промышленность хочет выжить после ТМІ-2, она должна существенно реформироваться⁴²⁴. С таким выбором не сталкивается отрасль глубоководного бурения.

V. Заключение

То, что случилось на нефтяной платформе *Deepwater Horizon*, “не было результатом серии иррациональных решений, принятых жульнической промышленностью или правительственными чиновниками, которые не могли предвидеть или ожидать то, что произойдет⁴²⁵”. Если бы было так, то предотвращение будущих аварий было бы таким же простым делом, как отказ ВР от глубоководного бурения и увольнение ключевого персонала с правительственных должностей. Скорее как определила Президентская комиссия по расследованию причин пролива нефти, “основными причинами” аварии “являются системные ошибки и отсутствие важнейшей реформы, как в промышленной практике, так и в правительственной политике, то вновь приходит на ум⁴²⁶”.

Ядерная промышленность осуществила такие значительные реформы после аварии на ТМІ-2, согласно данным Комиссии Кемени. Это должно стать уроком для компаний других типов рискованной деятельности для агентств, которые регулируют такую деятельность. Как показано здесь, причинная цепь, которая приводит к любой аварии, обычно имеет, по крайней мере, два основных компонента: технологические ошибки и человеческие

рвала свои требования по безопасности, как добровольные, так и обязательные, для противодействия потерям электроэнергии на установках и для обеспечения работоспособности и доступности ключевого оборудования безопасности в течение чрезвычайных ситуаций”). *Но см. In the Wake of Fukushima (После Фукусимы), сноска 9* (выражаются некоторые сомнения в отношении того, что ядерная промышленность и ее “союзыники” в Конгрессе будут принимать недавние предложения NRC после Фукусимы для защиты от подобных аварий в стране, так как они должны “повысить затраты”).

⁴²³ *См. Kemeny Commission Report, сноска 17, 81* (“Реальная авария на ТМІ-2, понимание того, что такая авария может реально произойти, обновила и углубила дебаты в стране в отношении ядерной безопасности и национальной политики использования ядерных реакторов для генерации электроэнергии”); *см. также In the Wake of Fukushima, сноска 9* (“Отрасль должна научиться после аварии на Три-Майл-Айленд, что доверие населения является хрупким”).

⁴²⁴ *См. Kemeny Commission Report, сноска 17, 7-8* (“Наши данные ... просто утверждают, что, если страна желает, в силу серьезных причин, противостоять рискам, которые являются неотъемлемой характеристикой атомных станций, необходимы фундаментальные изменения, чтобы эти риски оставались в допустимых пределах”).

⁴²⁵ *Commission Report, сноска 9, 122.*

⁴²⁶ *Там же.* Комиссия Кемени пришла точно к такому же выводу в отношении предотвращения повторения аварии на ТМІ-2. *См. Kemeny Commission Report, сноска 17, 12* (“Для предотвращения таких серьезных ядерных аварий как на АЭС Три-Майл-Айленд, необходимы фундаментальные изменения в организационном плане, процедурах и практике, и, прежде всего, в позициях Комиссии по ядерному регулированию и в той мере, в которой мы исследовали институты, ядерной промышленности”); *см. также Rees, сноска 113, 11046* (говорится, что систематические ошибки, которые вызвали порыв скважины Макондо, это такое же упрощение, что и объяснение того, что случилось при проливе нефти в случае танкера *Exxon Valdez*, алкогольным опьянением капитана, которое было названо главной причиной аварии, что невозможно).

ошибки. Как при расчете вероятности аварии, так и при принятии мер для ее предотвращения, компании и регулирующие органы должны следить за обоими элементами. Это можно сделать с помощью частых внешних проверок третьей стороной, проводимых техническими специалистами высокого уровня, для оказания помощи в обеспечении того, чтобы эксплуатационный персонал был хорошо обучен реагированию на ранних стадиях аварии, включая признание и реагирование на приводящие в замешательство ненормальности в данных, и владение информацией об эксплуатационных проблемах и проблемах с оборудованием, характерных для конкретной компании и отрасли, в которой работает эта компания, как до, так и в течение аварии. Должна также проводиться проверка корпоративного управления и поставщиков основных компонентов для обеспечения того, что имеются процедуры для определения места и быстрого реагирования на проблемы, типа результатов испытаний на стабильность цемента для пробки в случае скважины Макондо, которые демонстрируют повторные дефекты, которые (результаты) не были в наличии у оператора нефтяной платформ. Списки особого контроля и более частые инспекции проблемных компаний хорошо обученными и хорошо финансируемыми правительственными служащими, работающими в рамках жестких правил конфликта интересов, также могут предотвратить проблемы перед тем, как они приведут к аварии.

Однако все еще остается трудный вопрос о том, как компенсировать экономические выгоды, приносимые в жертву требованиям безопасности, в виде конечного результата, как случилось в примерах Metropolitan Edison и BP. До тех пор, пока существует достаточная экономическая выгода, компании не удастся отговорить от участия в рискованном поведении. Один способ снижения этой экономической выгоды связан с существенными штрафами, которые будут изъят из любой прибыли компании, полученной в результате ее действий; но для крупных компаний типа BP, такие штрафы являются просто затратами на проведение бизнеса⁴²⁷. Взыскания в нотариальном порядке за ущерб, вызванный рискованным поведением, также предлагает возможность поощрения менее рискованного поведения, но судебная тяжба является длительной, дорогостоящей, и иногда это бывает неудовлетворительным процессом для истцов. Возможно, наилучшим способом является обеспечение доступности информации о показателях компании, занятой рискованной деятельностью, для общественности⁴²⁸. Информация о показателях предприятия, если оно воспринимается как рискованное и потенциально вредное для населения, может повредить его «репутационному капиталу»⁴²⁹, отгоняя потребителей и даже инвесторов⁴³⁰.

⁴²⁷ См. Victor B. Flatt, *Act Locally, Affect Globally: How Changing Social Norms to Influence the Private Sector Shows a Path to Using Local Commitment to Control Environmental Harms* (Действия локально, оказывая глобальные воздействия: Как изменение социальных норм для оказания влияния на частный сектор показывает путь к использованию возможностей местного правительства для борьбы с ущербом для окружающей среды), 35 B.C. Envtl. L. Rev. 455, 465 (2008) («Правоприменительные санкции, которые не захватывают выгоду от совершенного нарушения правонарушителем, можно считать неэффективными и проблематичными»).

⁴²⁸ См. Babcock, *Corporate "Greenwashing"*, сноска 18, 63-65. В некоторой степени NRC делает это с помощью своих официальных веб-сайтов, но можно сделать больше, для того чтобы население, особенно то, которое проживает вблизи ядерного реактора, было информировано о показателях объекта.

⁴²⁹ Там же, 14-20 (обсуждается важность репутационной чувствительности в некоторых компаниях); см. также Neil Cunningham et al., *Social License and Environmental Protection: Why Business Go Beyond Compliance* (Социальная лицензия и защита окружающей среды: По-

История показывает, что отрасль глубоководного бурения выдержала катастрофические аварии прежде и вышла неизменной — в самом деле, она проявляет то же самое сопротивление изменениям в настоящее время, которое было для нее характерно и раньше. Но теперь, хотя времена изменились, сохраняется доверие населения к этой отрасли, которая должна была бы провести изменения в отношении оценки и управления рисками в своей работе, чтобы не повторилась авария такого масштаба. Так как население опасается, что реакция на аварию ТМІ-2, по-видимому, не воспроизводима в случае глубоководного бурения, даже с учетом ужасных экологических и экономических последствий прорыва скважины Макондо, представляется маловероятным, что произойдет такого типа социальное переосмысление. Если этого не произойдет, то не будет достаточных движущих сил для реформирования этой отрасли.

чему бизнес выходит за пределы допустимых требований), 29 Law & Soc. Inquiry 307, 319 (2004) (объясняется, как репутационный капитал компании может быть исчерпан с помощью “критики или чрезмерного расхваления”).

⁴³⁰ См., например, Matthew L. Wald, *Angry Shareholder Confront Exxon Chief Over Alaska Spill* (Рассерженные акционеры выступают против руководства Эксон после разлива нефти на Аляске), N.Y. Times May 19, 1989, at B5 (описывается годовая встреча компании, на которой рассерженные сторонники защиты окружающей среды и другие представители выступили против председателя Эксон); см. также John Antczak, *BP Gas Boycott: Gulf Spill Not Impacting Consumers' Choice* (Газовый бойкот BP: разлив нефти в Заливе не оказал воздействия на выбор потребителей), Huffington Post, (May 5, 2010, 1:02 PM), http://www.huffingtonpost.com/2010/05/05/bp-gas-boycott-gulf-spill_n_563952.html (говорится, что авария танкера Exxon Valdez вызвала протест в виде митингов и возвратом потребителями порядка 10000 кредитных карточек Exxon из 7 млн. компании). Общество, средства массовой информации, активисты экологических движений и даже должным образом информированные потребители также могут действовать в качестве эффективных “цензоров” показателей компании, предоставляя дополнительные ресурсы принуждения перегруженным работой и некомплектованным правительственным инспекторам. См. Babcock, Corporate “Greenwashing”, сноска 18, 64.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

<i>Тихонов М.Н.</i> К вопросу о влиянии малых доз ионизирующей радиации на здоровье человека	2
<i>Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Довгуша А.В.</i> Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности	28
<i>Emmanuel C. Gentil.</i> Моделирование жизненного цикла обращения с отходами в Европе: инструменты, изменение климата и предотвращение образования отходов	40
<i>Nore M. Babcock.</i> Рискованный бизнес: производство ядерной электроэнергии и глубоководное бурение для нефти и природного газа морских месторождений	94

Ответственный за выпуск *И.И. Потапов*

ИД № 04689 от 28.04.01	Подписано в печать: 15.05.2013 г.	Гарн. литературная
Бумага “Хероx”	Формат бумаги 60x84 1/16	Печать цифровая
Усл. печ. л. 11,25	Уч.-изд. л. 14.22	Тираж 75 экз.

Адрес редакции: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усневича, д. 20
Тел. (499) 152-5500