



Российская Академия Наук

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**NUCLEAR SAFETY
INSTITUTE**

Препринт ИБРАЭ № ИBRAE-2017-10

Preprint IBRAE-2017-10

Е.М. Мелихова

**СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТЯЖЕЛОЙ
АВАРИИ НА АЭС ТРИ-МАЙЛ-АЙЛЕНД И
ОСОБОЕ ВОСПРИЯТИЕ РАДИАЦИОННОГО
РИСКА**

Москва
2017

Moscow
2017

УДК 614.8-027.21; 519.2

Мелихова Е.М. СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ НА АЭС ТРИ-МАЙЛ-АЙЛЕНД И ОСОБОЕ ВОСПРИЯТИЕ РАДИАЦИОННОГО РИСКА. Препринт ИБРАЭ №2017-10. Москва: ИБРАЭ РАН, 2017. — 32 с. — 42 экз.

Аннотация

Проведен анализ различных аспектов социальных последствий тяжелой аварии на АЭС Три-Майл-Айленд в сравнении с последствиями природных и техногенных ЧС нерадиационного характера. Показано, что практически весь спектр социальных последствий аварии на АЭС с не реализовавшейся угрозой радиоактивного выброса определялся решениями властей по защите населения в острый период аварии, и эти последствия не имели существенных особенностей по сравнению с ЧС природного характера с превентивной эвакуацией и отсутствием физических последствий («ложная тревога»). Исключение составила реакция местных сообществ, которая развивалась по типу техногенных аварий с хроническим загрязнением окружающей среды. Социальная напряженность в местных сообществах, возникшая из-за поляризации мнений местных жителей относительно тяжести последствий аварии для здоровья и потенциальной опасности АЭС, сохранялась в течение десятилетий. Сравнение управленческих решений в ситуации пренебрежимо малого радиационного риска после аварии на АЭС с ситуацией хронического химического загрязнения селитебной зоны в районе Лав Канал, показало, что принципиальным отличием является особое восприятие радиации лицами, принимающими решения. Именно это особое восприятие создает объективные предпосылки для развития неадекватного социального ответа даже в случае пренебрежимо малого радиационного риска.

©ИБРАЭ РАН, 2017

Melikhova E.M. SOCIAL CONSEQUENCES OF THE THREE-MILE-ISLAND ACCIDENT AND THE ROLE OF RADIATION RISK PERCEPTION. Preprint IBRAE 2017-10. Moscow: Nuclear Safety Institute, 2017. — 32 p.

Abstract

The paper considers all different social consequences of the Three-Mile-Island accident in comparison with those of non-radiological disasters. It is concluded that one can explain all but one social consequences of the Three-Mile-Island accident by governmental decisions during the acute phase. The consequences of the radiological emergency with a real but not realized threat of radiation fallout did not differ much from those of natural disasters with official calls for evacuation and without any physical damage (“false alarm”). Only development of social relationships in local communities followed the specific scenario of a technogenic accident with “chronic” pollution of the environment. The social tension resulted from polarization of local residents’ opinion on severity of health hazards persisted for decades. Comparison of governmental decisions taken on negligibility low radiation risk with those taken in the case of chronic chemical contamination of urban territories in Love Canal, NY, revealed one crucial difference: the decision makers’ exaggerated fear of potential health hazards from radiation. It is this particular fear that paves the way for long-term negative social tension in local communities, even if radiation risk is much less than socially acceptable risk levels.

©Nuclear Safety Institute, 2017

Социальные последствия тяжелой аварии на АЭС Три-Майл-Айленд и особое восприятие радиационного риска

Е.М. Мелихова

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

115191, Москва, ул. Б. Тульская, 52

тел.: (495) 955-22-60, факс: (495) 230-20-29, эл. почта: e_mel@ibrae.ac.ru

Содержание

1	Введение.....	3
2	Авария на АЭС Три-Майл-Айленд.....	4
2.1	Региональный контекст.....	4
2.2	Краткое описание аварии.....	5
2.3	Превентивные защитные меры.....	5
2.4	Эвакуационное поведение населения.....	8
3	Социальные последствия аварии.....	9
3.1	Демографические последствия.....	9
3.2	Экономические последствия.....	10
3.3	Политические последствия.....	10
3.3.1	Последствия для региона.....	10
3.3.2	Последствия для энергетической политики США.....	11
3.4	Психологические последствия.....	12
3.4.1	Состояние научных исследований.....	12
3.4.2	Психологическая травма.....	13
3.4.3	Психосоматические эффекты.....	14
3.5	Социальные отношения в местных сообществах.....	14
3.5.1	Состояние научных исследований.....	14
3.5.2	Восприятие местными сообществами радиационных рисков до аварии.....	15
3.5.3	Нормализация жизни после аварии.....	16
3.5.4	Восприятие рисков после аварии.....	18
4	Управление риском.....	22
4.1	Управление практически несуществующим радиационным риском.....	22
4.2	Пример управления химическими рисками в районе Лав Канал.....	24
4.2.1	Хронология событий.....	24
4.2.2	Восприятие риска и позиции властных элит.....	28
4.3	Сравнение подходов.....	30
5	Выводы.....	30
6	Список литературы.....	31

1 Введение

Системное изучение уроков тяжелых аварий на Чернобыльской АЭС и на японской АЭС Фукусима-1 показало, что в обоих случаях социальные¹ последствия оказались намного более тяжелыми для общества, чем радиологические (физические) последствия [1-5]. Например, авария на ЧАЭС по масштабу физических последствий соответствовала техногенной аварии средней степени тяжести, однако для общества она стала катастрофой национального масштаба. В обоих случаях масштаб социальных последствий в основном определялся решениями властей, выбирающих те или иные уровни вмешательства для защиты населения. Выбор неоправданно жестких (с радиологической точки зрения) критериев привел к многократному расширению территорий со статусом «зон загрязнения» и, соответственно, к увеличению

¹ Под социальными последствиями в настоящей работе понимается весь комплекс нерадиологических последствий аварии.

численности вовлеченного в защитные меры населения. Долговременный характер негативных социальных последствий предопределен «хроническим» характером радиационного загрязнения территории.

При тяжелой аварии на американской АЭС Три-Майл-Айленд (далее авария на ТМІ) в 1979 году радиоактивного загрязнения территории и сверхнормативного облучения населения не было. Власти не выбирали критериев вмешательства. Что касается тяжести социальных последствий, мнения разделились. Например, специалисты в области психологии и психиатрии говорят об особых, общих для всех трех аварий долговременных негативных последствиях в области эмоционального благополучия населения [6]. Социальные психологи, напротив, утверждают, что поведение жителей Пенсильвании в ходе аварии на ТМІ и после нее соответствовало типичной картине стихийных бедствий с эвакуацией населения. Соответственно психологические последствия аварии оцениваются средним уровнем тяжести и сопоставляются, в одних случаях, с последствиями урагана 4 категории опасности, в других – с последствиями праздничных выходных [7-9].

Поскольку массовая эвакуация населения после аварии на ТМІ носила предупредительный характер, а радиационного загрязнения территории удалось избежать, представляется важным понять, какие негативные социальные последствия отличали аварию на ТМІ от стихийных бедствий с массовой эвакуацией и фактическим отсутствием физических последствий («ложная тревога»), и почему.

Комплексный анализ социальных последствий аварии на ТМІ проводился автором в 2016-2017 гг. в рамках НИР № 0002/18.1/4 «Многофакторный анализ механизмов социального усиления радиационного риска и разработка рекомендаций по мерам минимизации социально-экономических последствий радиационных аварий на объектах атомной энергетики»². Результаты представлены в настоящем препринте.

2 Авария на АЭС Три-Майл-Айленд

2.1 Региональный контекст

Атомная станция Три-Майл-Айленд (далее ТМІ) расположена в штате Пенсильвания на юге графства Дофин. Станция построена на длинном узком острове на реке Саскеханна. В 2,5 милях от АЭС находится небольшой городок Мидлтаун с населением 12 тысяч человек.

Столица штата – город Гаррисберг с населением 53 тысячи человек – удалена от станции на 12 миль (расстояние до центра города). В 1979 году в радиусе 5 миль от станции в общей сложности проживали около 36 тысяч человек, в радиусе 10 миль – около 180 тысяч человек, а в радиусе 20 миль – около 670 тысяч человек [10].

В целом в регионе преобладает сельская местность. Аграрное производство является важным сектором региональной экономики наряду с местной торговлей и промышленностью [10].

Штат Пенсильвания имеет сложное административное устройство. В 20-мильной зоне ТМІ находятся части территорий семи графств (рис.1). Населенные пункты объединены в структуру муниципалитетов или других форм местного самоуправления (города, поселки городского типа, городские общины, муниципальные округа, приходы или деревни). Например, в графстве Дофин более 40 муниципальных единиц (23 поселка, один город и 16 муниципальных округов и 10 школьных администраций), в графстве Йорк – 72 административные единицы [10]. Административная децентрализация и небольшая плотность населения – наиболее отличительные характеристики региона. В 1975 году только в трех населенных пунктах – Гаррисберг, Ланкастер и Йорк – число жителей превышало 30 тысяч. Средняя плотность населения в 20-мильной зоне составляла 263 человека на квадратную милю.

К концу 1970-х у жителей южной части графства Дофин был достаточно большой опыт преодоления неблагоприятных событий. Так в середине 1960 министерство обороны США закрыло расположенную на территории штата и действовавшую в течение полувека военную авиабазу, которая была локомотивом местной экономики и обеспечивала занятость 10 тысяч человек. Цены на недвижимость упали в разы. В 1972 году на регион обрушился мощнейший ураган Агнес, в 1975 году – ураган Элоиза.

Ураган Агнес был наиболее разрушительным. В Пенсильвании во время урагана выпало 480 мм осадков, произошло мощное наводнение. Погибли 50 человек, 250 тысяч покинули свои дома. Общий ущерб был оценен в 2 млрд. долларов. Больницы, школы и другие общественные учреждения не работа-

² Тема включена в план научно-исследовательской работы ИБРАЭ РАН по программе Фонда научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы

ли в течение 2-3 недель. Особенно пострадали ближайшие к реке Саскеханна поселения – город Мидлтаун и поселок Роялтон. Ураган Элоиза оставил менее тяжелые последствия. Ущерб составил 85 млн. долларов, были эвакуированы 20 тысяч человек. В обоих случаях после удара стихии местные жители сплачивались и помогали друг другу. Например, местные лавочники, которым грозило подтопление, перевозили свои товары в более высокие районы города и там раздавали продукты нуждающимся. После схода воды волонтеры помогали жителям расчищать их дома и участки [10].

Таким образом, к моменту аварии на ТМІ у жителей региона был личный опыт участия в эвакуационных и восстановительных мероприятиях, у местных властей – опыт организации массовых эвакуаций.

2.2 Краткое описание аварии

Тяжелая авария на ТМІ произошла 28 марта 1979 года. Погибших и пострадавших не было.

Технические аспекты этой аварии детально изучены и хорошо известны специалистам. По заключению Комиссии по ядерному регулированию US NRC (далее NRC) из-за сочетания нарушений в работе оборудования, проблем в проекте реактора и ошибок персонала произошло частичное расплавление ядерного топлива и незначительный выброс радиоактивности в окружающую среду [11]. Газообразные радиоактивные вещества вышли из корпуса реактора, но были удержаны прочной герметичной оболочкой из железобетона, в которую заключено все оборудование реакторного блока.

29 и 30 марта в атмосферу была выброшена незначительная часть короткоживущих инертных газов, включая ксенон-133 и криптон-85 и изотопы йода. Их общая активность могла достигать 13 МКи [11].

В это время в 5-мильной зоне станции измерения проводились только 5 дозиметрами, еще 15 приборов были задействованы на самой станции. Максимальная зарегистрированная мощность дозы за пределами площадки составила 0,5 мЗв/ч (на берегу реки), максимум в Голдсборо составил 0,3 мЗв/ч, то есть превысил уровень фона в 30 раз [12]. На четвертый день аварии, 31 марта, Департамент энергетики (далее DOE), NRC и Департамент здравоохранения передали местным властям еще 333 дозиметра для усиления территориального мониторинга.

Через несколько дней с согласия NRC на аварийном блоке был организован контролируемый выброс еще некоторого количества радиоактивных газов через высокую вентиляционную трубу, оснащенную специальными фильтрами. Для жителей близлежащих территорий контролируемые выбросы опасности не представляли: в 5-мильной зоне средние дозы для населения были оценены на уровне 0,08 мЗв, максимальные не превышали 1 мЗв [11].

Вскоре после аварии департамент здравоохранения штата Пенсильвания начал вести медицинский регистр для 32 тысяч жителей 5-мильной зоны. Через 18 лет медицинские наблюдения были прекращены в связи с отсутствием свидетельств каких-либо отклонений в состоянии здоровья наблюдаемой когорты. Позже были проведены более десяти специальных медицинских обследований, подтвердивших отсутствие радиологических последствий для населения [11].

2.3 Превентивные защитные меры

На момент аварии ни в одном из городских и сельских поселений 5-мильной зоны у властей не было согласованных с NRC или с администрацией ТМІ аварийных планов. У администрации графства Дофин аварийный план был только для зоны 5 миль, поскольку этого требовали условия лицензии, но этот план также не был согласован с администрацией АЭС и NRC³. План содержал в основном списки эвакуационных центров и компаний, которые смогут предоставить транспорт, медицинскую помощь и т.п. в зоне 5 миль от, но за ее пределами не было ни маршрутов эвакуации, ни эвакуационных центров, ни всего остального [10].

Когда произошла авария на ТМІ, выяснилось, что аварийные планы, имевшиеся у местных властей на случай стихийных бедствий, не учитывают специфики радиационной аварии на АЭС. Например, не было ясно, кто уполномочен давать рекомендации жителям по приему йодида калия для защиты щитовидной железы, кто несет ответственность за организацию радиационного мониторинга в разных юрисдикциях, кто должен предоставлять необходимые для защиты населения материальные и финансовые ресурсы [10].

³ Аварийный план администрации графства Дофин предусматривал эвакуацию населения в радиусе 5 миль. В рекомендациях NRC расстояние для эвакуации было обозначено как 2,2 мили (малонаселенная зона) [10].

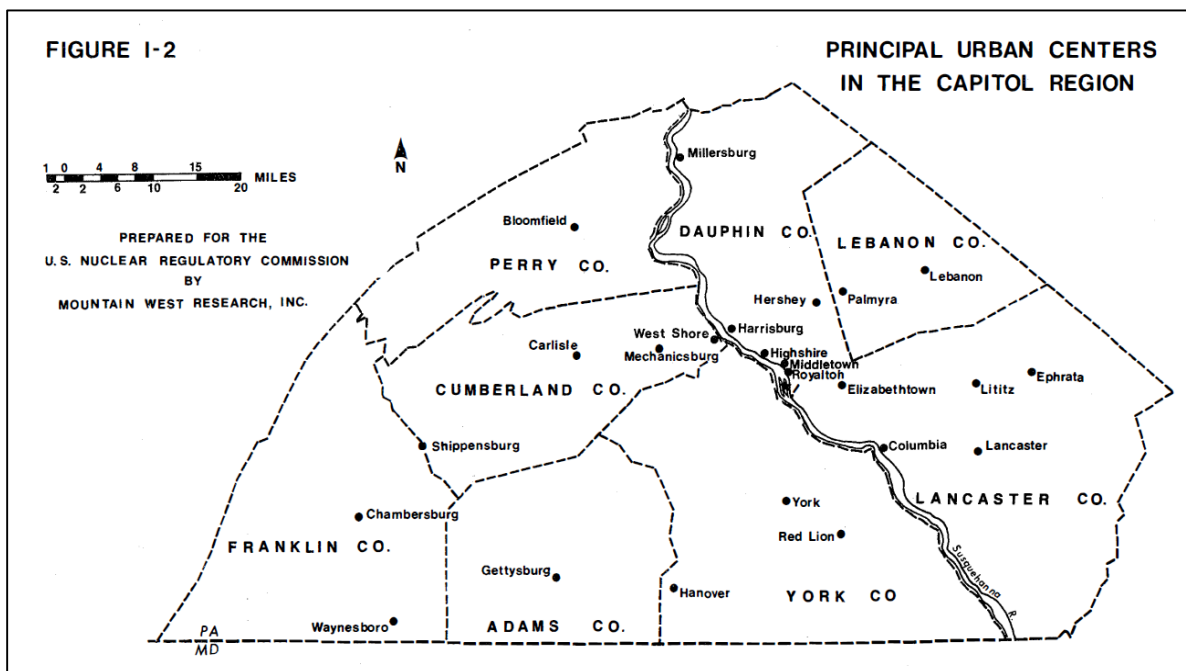


Рисунок 1 – АЭС Три-Майл-Айленд (обозначена звездочкой) и границы зон с радиусом 5, 10 и 20 миль на карте административного деления штата Пенсильвания (1979 г., [10])

Угроза радиоактивного выброса в окружающую среду сохранялась нескольких дней. Временной график действий властей некоторых муниципальных округов в острый период аварии представлен в таблице 1. Отметим ключевые решения властей по защите населения от радиационной опасности.

На второй день аварии (четверг, 29 марта) департамент гражданской защиты графства Дофин предварительно договорился с представителями Красного Креста об использовании двух сооружений в качестве укрытия для 25 тыс. человек.

На третий день аварии (30 марта 1979 года), когда угроза выброса радиоактивности в атмосферу стала реальной, уполномоченные представители NRC сначала рекомендовали губернатору штата эвакуировать население с наветренной стороны от станции в радиусе 10-миль. К этому времени местные власти уже подготовили более реалистичные эвакуационные планы для зоны 5 миль⁴ [10]. Вскоре, уточнив радиационную обстановку, NRC отозвала свою рекомендацию, заменив ее получасовым укрытием в помещениях на расстоянии 5 миль. Приняв новые рекомендации к сведению, губернатор штата и местные власти объявили укрытие населения в помещениях в радиусе 10-миль (около 180 тысяч человек) в течение примерно суток [13].

Эвакуация официально не была объявлена⁵, но после получения оперативной информации о том, что мощность дозы рядом с воротами станции составляет 12 мЗв/час⁶, губернатор выступил по радио и посоветовал беременным женщинам и семьям с детьми дошкольного возраста (примерно 3,5 – 4 тыс. человек) покинуть дома в радиусе 5 миль от станции. Еще порядка 70 тыс. человек решили самостоятельно покинуть опасную территорию.

⁴ Когда позже было объявлено, что зона эвакуации может расширяться до 10 миль и до 20 миль, планы для 5-мильной зоны пришлось переделывать с учетом того, что автобусы должны перевозить гораздо большее число людей, изменений в логистике и т.п. [10].

⁵ Вопрос об объявлении ЧС обсуждался на уровне губернатора на четвертый день аварии. Руководители администраций ближайших населенных пунктов настаивали на объявлении ЧС в расчете на возмещение затрат в будущем, губернатор был против из-за опасений, что это вызовет панику. Федеральные власти пообещали губернатору, что штат получит государственную поддержку, предусмотренную в случае стихийных бедствий, даже без объявления ЧС [14].

⁶ Позже выяснилось, что это показание было снято с вертолета около вентиляционной трубы во время проведения кратковременного контролируемого выброса [14].

Таблица 1. Основные действия муниципальных властей и властей штата по защите населения [14]

Действия	Мидлтаун	Графство Дофин	Графство Йорк	Графство Ланкастер	РЕМА ⁷	BRP ⁸
28 марта						
Время получения первого сообщения об аварии	07:35	07:02	07:27	07:20	07:02	07:03
Контакт с РЕМА, BRP, администрацией ТМІ (*)		07:10 - 08:00	07:32		(*)	(*)
Телефонный звонок из РЕМА о подготовке к эвакуации людей с острова Браннер и населенного пункта Голдсборо ⁹		08:00		(*)		
Телефонный звонок из РЕМА с отменой предыдущего решения об эвакуации		08:35		(*)		
Национальная лаборатория DOE предлагает помощь и получает отказ		09:00				
Пресс-конференция с вице-губернатором штата		10:00	10:00			
29 марта - поиск информации, нахождение в состоянии готовности к ЧС						
30 марта						
Оповещение о дополнительном выбросе радиоактивности	09:15	08:34	09:00	10:15	08:35	
Сообщение NRC с рекомендацией эвакуировать население в радиусе 10 миль		09:15				
Сообщение из РЕМА по поводу подготовки эвакуационных планов		09:25	10:30			
Публичное обращение губернатора	10:30					
Заккрытие школ	середина дня					
Добровольный отъезд жителей						
Обсуждение плана эвакуации 10-мильной зоны	весь день					
31 марта						
Обсуждение плана эвакуации 20-мильной зоны		весь день				
Эвакуация медицинских учреждений	весь день		весь день			
Завершение подготовки эвакуационных планов						
1 апреля						
Уточнение эвакуационных планов		весь день				
Поквартирное распространение информационных листовок	весь день					
Укрытие людей в убежище на стадионе Херши		130 – 180 человек				
2 апреля						
Возвращение жителей домой	весь день					
Открытие школ	02.04	03.04				
Заккрытие общественного убежища на стадионе Херши		07.04				
Контроль радиационной обстановки за пределами АЭС						3 недели с 28.03

⁷ РЕМА - Агентство по управлению чрезвычайными ситуациями штата Пенсильвания.

⁸ BRP - Бюро по радиационной защите штата Пенсильвания.

⁹ Населенный пункт Голдсборо с населением порядка 450 человек находится на расстоянии 2,3 км от ТМІ.

На четвертый день аварии представитель NRC сказал на пресс-конференции, что в связи с возможностью взрыва водорода в аварийном реакторе может потребоваться превентивная эвакуация жителей в радиусе 20 миль [13]. В этот вечер еще примерно 75-80 тыс. человек упаковали чемоданы, сняли сбережения со счетов в банках и покинули свои дома.

На пятый день (1 апреля) в ближайшем к аварийной станции городе Мидлтауне во время воскресной мессы католические священники устроили для оставшихся жителей всеобщее отпущение грехов. Обычно такое бывает во время войны или при других обстоятельствах, когда у людей, возможно, не будет больше шанса исповедаться перед священником. Местные больницы отменили прием плановых больных, чтобы освободить койки на случай эвакуации. На территории с населением порядка 200 тыс. человек перестали работать многие компании и предприятия, магазины, рестораны, банки и т.п.

В понедельник 2 апреля с утра стали возвращаться некоторые из уехавших в пятницу жителей; в этот и следующий день открылись несколько школ, но в основном школы заработали только в начале следующей недели, после того губернатор объявил по телевидению о нормализации ситуации на ТМ1 и отмене всех рекомендаций (12-й день аварии) [14].

2.4 Эвакуационное поведение населения

Напомним, что 30 марта власти штата объявили укрытие населения в радиусе 10 миль от станции, а на следующий день представитель NRC предупредил, что вероятно превентивная эвакуация в радиусе 20 миль. Причем укрытие объявлялось для всех жителей, а не только для беременных женщин и детей, угроза взрыва водорода также была общей для всех. Поэтому количество добровольно уехавших из зоны риска жителей некорректно сравнивать с количеством беременных женщин и детей в радиусе 5 миль от станции.

Озвученные размеры зоны риска предопределили массовый характер добровольной эвакуации населения – в течение нескольких дней из 20-мильной зоны добровольно уехали примерно 30% жителей (по разным данным от 144 до 195 тысяч человек). Через неделю вернулись 53% уехавших, через две недели –

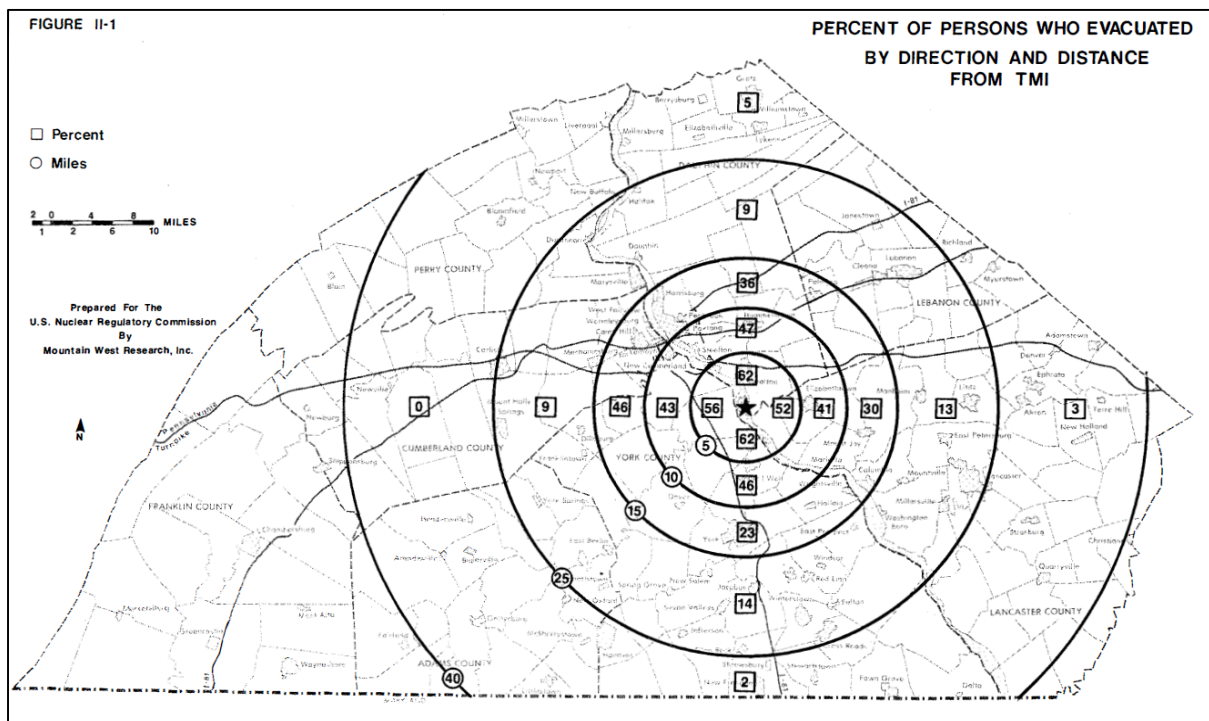


Рисунок 2 – Доля эвакуировавшихся от общей численности населения в зоне (в %) для разных направлений в зонах с радиусом 5, 10, 15, 25 и 40 миль от АЭС Три-Майл-Айленд (обозначена звездочкой) [10]

еще 37% [15]. Среднее расстояние, на которое уезжали люди из 5-мильной зоны, составило 85 миль, медианное значение – 100 миль. Медианное время отсутствия – 5 дней. Средняя сумма суточных расходов в эвакуации – 146,2 доллара на семью. Эти данные специалисты Федерального агентства по управлению чрезвычайными ситуациями (FEMA) сопоставили с типичными значениями для ЧС природного характера, рассчитанными по выборке, в которую включены 54 стихийных бедствия, произошедших в США в период с 1960 по 1973 год (далее *выборка В-54*) [7].

В случае ТМІ число добровольно уехавших жителей было больше среднего и медианы, но далеко от максимальных значений по выборке В-54. Средняя дистанция для ТМІ была больше среднего, но не была запредельной. Например, в сентябре 1999 года, когда к побережью Северной Каролины приближался ураган Флорид третьего класса опасности и власти объявили эвакуацию, свои дома покинули 190 тысяч человек. В среднем жители Северной Каролины уезжали на 140 миль и проводили вне дома 5,5 дней [16]. Более длинные расстояния, на которые уезжали жители после аварии на ТМІ, американские специалисты объясняют в основном географическими особенностями штата Пенсильвания [7].

Хотя для выборки В-54 показатели среднего времени отсутствия и суточных расходов в эвакуации не определялись, специалисты FEMA оценили значения, полученные для ТМІ как разумные. По демографическим характеристикам и причинам, побудившим людей уехать, когорты уехавших из 20-мильной зоны ТМІ также сопоставима с усредненными значениями по В-54 [16].

В случае ТМІ из обозначенной губернатором 10-мильной зоны риска уехали около половины жителей, за пределами этой зоны свои дома покинули в среднем от 20 до 30% жителей (рис.2) [16]. Этот феномен, который позже назовут «тенью эвакуации», наблюдается также при ЧС нерадиационного характера. Например, в США в 1979-1980 годах из зон высокого риска, где при приближении ураганов власти объявляли обязательную эвакуацию, уезжали от 80 до 95% жителей. Из соседних районов, где официально защитные меры не были объявлены, в среднем уезжали от 20 до 50% жителей [17, 18, 19]. «Тень эвакуации» была зафиксирована, например, в 1979 году в местечке Миссисауга в штате Онтарио, когда с рельсов сошла цистерна с хлором, а также в 1980 году в Великобритании, когда произошло извержение вулкана на горе Сент-Хеленс [19].

По заключению специалистов FEMA эвакуационное поведение жителей в зоне ТМІ было типичным для ситуации, когда в связи с угрозой стихийного бедствия объявляется превентивная эвакуация [8]. Этот вывод подтверждается также в [10, 20].

3 Социальные последствия аварии

Специалисты FEMA делят последствия любых ЧС на физические и социальные. К физическим относят человеческие и материальные потери, к социальным – психологические, демографические, экономические и политические последствия [21]. При этом демографические и экономические последствия обычно оценивают количественно, политические – только качественно (незначительные, значимые и очень серьезные). В понятие «психологические последствия» включают не только негативные изменения в состоянии психического здоровья отдельных людей и распространенность таких изменений в когорте пострадавших, но и изменения социальных отношений в местных сообществах. Далее мы будем придерживаться этой классификации.

3.1 Демографические последствия

В июле 1979 года по заказу NRC в 50-мильной зоне ТМІ проводился телефонный опрос. Около 90% респондентов ответили, что авария не повлияла на их повседневную жизнь [9]. Около 20% респондентов сказали, что после аварии задумывались о переезде в другое место. Причем в 5-мильной зоне доля таких ответов была выше (30%). Но по факту мало кто из местных жителей решился на переезд.

По данным местных властей в апреле - июле 1979 года из 5-мильной зоны из-за аварии выехали не более 0,3% жителей [10]. Это значение меньше типичной погрешности миграционного учета при небольшой численности населения. В дальнейшем также не было значимых отклонений от обычной миграционной статистики. Например, среднегодовая численность учеников в школах в зоне 5 миль в 1979/80 учебном году практически не изменилась по сравнению с предшествующим пятилетним периодом [10].

В конце мая 1979 года в 5-мильной зоне была проведена перепись населения. Вскоре после этого 35946 человек были включены в специальный медико-демографический регистр. За последующие 12 лет в показателях миграционного и естественного движения этой когорты не было выявлено существенных

отклонений от типичных для штата Пенсильвания тенденций [22]. О демографических последствиях аварии за пределами 5-мильной зоны нигде в литературе не упоминается.

Таким образом, демографические последствия аварии на ТМІ не были значимыми.

3.2 Экономические последствия

Назначенная губернатором штата комиссия по изучению последствий аварии пришла к выводу, что активность бизнеса в регионе заметно снизилась в первые две недели аварии, но через шесть месяцев ситуация вернулась в норму [14]. К аналогичному выводу пришла в сентябре 1979 года группа независимых юристов, работавшая по запросу NRC (Комиссия Роговина) [23].

На момент аварии на ТМІ американское законодательство предусматривало выплату страхового возмещения по искам от населения за ущерб здоровью и имуществу в случае аварии на коммерческой атомной станции. И уже через пару дней после официального объявления губернатором штата о нормализации ситуации на ТМІ представители ядерного страхового пула начали выплачивать жителям 25-мильной зоны компенсацию за понесенные эвакуационные расходы.

К сентябрю 1981 года страховые компании выплатили населению в общей сложности 20 миллионов долларов за нанесенный аварией экономический ущерб. Кроме того, по решению суда 5 миллионов долларов страховые компании выделили на создание в Пенсильвании Фонда общественного здоровья [24]. Еще в течение 17 лет по решению судов разных инстанций компания-собственник ТМІ и ее соответчики выплачивали компенсации за нанесенный аварией экономический ущерб местному бизнесу и властям. Общая сумма выплат составила 71 миллион долларов (за исключением ущерба здоровью) [24].

По количеству уехавших авария на ТМІ была сопоставима с ураганом Агнес: до 200 тысяч человек в первом случае и около 250 тысяч человек во втором¹⁰. При этом экономический ущерб от аварии на ТМІ оказался почти в 30 раз меньше, чем от урагана Агнес, который сопровождался значительными физическими последствиями [10].

Статистический анализ многолетних данных по эвакуации населения США при приближении ураганов 1-3 класса опасности показывает, что в случае объявления властями добровольной эвакуации совокупный ущерб от эвакуации оценивается в 60 – 90 миллионов долларов, в случае обязательной эвакуации число уехавших и ущерб в 1,5 – 2 раза выше [19].

Таким образом, экономические последствия аварии на ТМІ в основном определялись массовым характером добровольной эвакуации.

3.3 Политические последствия

После крупных ЧС природного и техногенного характера обычно происходит усиление социальной активности в пострадавшем регионе – местные активисты требуют выделения дополнительных ресурсов на восстановительные работы. Возможны и такие формы социальной активности как оппозиция на выборах, требования лишить властных полномочий кого-то из действующих политиков и т.п. Результатом могут быть серьезные политические перемены на региональном или национальном уровне [26].

3.3.1 Последствия для региона

Несмотря на серьезную критику в адрес властей штата и федеральных властей, местные лидеры общественного мнения в целом одобряли предпринятые во время аварии меры по защите населения. По результатам телефонного опроса, проводившегося 2-8 апреля 1979 года в округе Ланкастер в радиусе 15 миль от станции, почти 70% респондентов положительно оценили предпринятые властями меры вмешательства, гораздо меньшее число опрошенных оценили их негативно (21%) [26]. На очередных выборах губернатор Дик Торнберг и большинство мэров остались на своих постах, причем губернатор первым среди руководителей этого ранга был переизбран на второй срок [27]. Из-за аварии в отставку ушел только один мэр – жители выражали недовольство его решениями во время аварии [10].

Авария на ТМІ привела к усилению социальной активности местных жителей. Многие ранее бывшие «молчунами» граждане, вступили в антиядерные группы и начали ходить на заседания муниципального совета. Те же, кто поддерживал перезапуск неповрежденного блока ТМІ, так и остались «молчунами» и в группы не объединялись [10].

¹⁰ Многие жители, пережившие ураган Агнес, сравнивали аварию на ТМІ именно с этим стихийным бедствием [10].

До аварии в оппозиции к ТМІ были две общественные организации, после аварии их численный состав и бюджеты значительно выросли. К ноябрю 1979 года в разных городах штата сформировались еще три антиядерные группы. В центре их внимания оказались вопросы, связанные с ущербом здоровью от аварии, безопасностью работ по очистке аварийного блока и запретом на эксплуатацию неповрежденного блока. Активисты также взяли под свой контроль вопросы закупки дозиметров и средств защиты, разработку планов эвакуации и др. [10]. От местных властей активисты требовали официально поддержать свои антиядерные требования, и все избранные должностные лица регулярно подписывали соответствующие резолюции. 28 июня 1979 года, через 3 месяца после аварии, рядом с ТМІ прошла массовая демонстрация, которую освещали не только региональные, но и федеральные СМИ. Среди демонстрантов были мэры городов Мидлтаун и Гаррисберг, а также губернатор штата Дик Торнберг.

Таким образом, после аварии социальная активность населения резко возросла, но это не привело к значимым политическим последствиям для региона.

3.3.2 Последствия для энергетической политики США

Антиядерные митинги в районах размещения атомных станций проходили в США с начала 1970-х и собирали по несколько тысяч человек. Наибольшую известность в те годы получила антиядерная манифестация в мае 1977 года в районе АЭС Сибрук Стайшн. Она привлекла внимание национальных СМИ, поскольку во время акции полиция задержала более 1400 человек [28].

Из-за антиядерных протестов ввод в эксплуатацию уже построенных реакторов стал отодвигаться на неопределенное время, значительно увеличивая сроки окупаемости инвестиций. Например, в 1974 году отставание от графика ввода атомных станций составляло в среднем 20 месяцев, в 1977 году – 36 месяцев [29].

На частных инвесторов также повлияло значительное усиление регулирующего контроля в отношении безопасности АЭС, которое началось в 1974 году, когда NRC получила статус независимого агентства [29]. Рост числа требований к безопасности приводил к увеличению стоимости эксплуатации и ремонта атомных реакторов. В итоге инвесторы стали отдавать предпочтение газовым электростанциям из-за их более высокой рентабельности, и развитие атомной генерации быстро замедлилось. Если в 1970 – 1974 гг. компании-собственники АЭС заказали 108 реакторов, то в 1978 году число заказов упало до нуля, и компании отказались от 40% ранее заказанных блоков [30]. После 1978 года новых заказов на строительство атомных реакторов уже не было.

Авария на ТМІ увеличила массовость антиядерных протестов и вывела их на общенациональный уровень. Через месяц после официального объявления об окончании аварии на ТМІ в стране прошли 10 антиядерных демонстраций. Через три месяца, 6 мая 1979 года, на антиядерный марш в Вашингтоне впервые на антиядерную акцию вышли десятки тысяч человек (по разным оценкам от 65 до 125 тыс. человек). В сентябре 1979 года в антиядерном митинге в Нью-Йорке участвовали уже 200 000 человек [27, 31]. Демонстранты требовали закрыть ТМІ и все атомные станции в стране, аннулировать несправедливый, по их мнению, акт о гражданской ответственности по ядерному ущербу¹¹, компенсировать полный ущерб от аварии на ТМІ за счет ее владельцев и отправить в отставку министра энергетики США Джеймса Шлезингера, который во время аварии заявил о своей непоколебимой вере в атомную энергию¹² [32].

В октябре 1979 года созданная президентом Картером комиссия по расследованию обстоятельств аварии (Комиссия Джона Кимени¹³), отказалась подписать мораторий на строительство новых атомных станций¹⁴, но рекомендовала Правительству усовершенствовать систему менеджмента и регулирования атомной генерации и провести техническую модернизацию атомных станций [27]. Подводя итоги работы Комиссии, Президент Картер заявил: «атомная энергия – это энергетический источник на крайний случай», но «мы не можем позволить себе роскошь совсем отказаться от нее или наложить длительный мораторий на ее дальнейшее использование» [27].

¹¹ Согласно этому акту (Price-Anderson Nuclear Industries Indemnity Act, 1957) максимальное возмещение, на которое могли рассчитывать пострадавшие в 1979 году, ограничивалось суммой 140 миллионов долларов, ее должны были выплачивать частные страховые компании из ядерного пула, а не виновники аварии.

¹² Джеймс Шлезингер покинул свой пост в июле 1979 года.

¹³ Возглавил комиссию Джон Кимени, американский математик, один из авторов языка программирования Бейсик, президент Дартмутского колледжа, одного из старейших и авторитетнейших университетов США.

¹⁴ Комиссия Джона Кимени не имела мандата на оценку роли атомной энергетики в национальной энергетической политике.

К 1980 году среднее отставание от графика строительства АЭС превысило 4 года [29]. Количество нормативов по безопасности АЭС стало расти еще быстрее: с 1,9 тысяч в 1980 году до 3,5 тысяч в 1992 году. Соответственно средняя стоимость эксплуатации и ремонта атомной станции в США выросла за эти годы почти на 60% [30]. Во многом по причине усиления регулирующего контроля коэффициент использования установленной мощности, достигший на американских АЭС к 1978 году значения 64%, после аварии на ТМІ снизился и вернулся к уровню 1978 года только в 1990 году [33].

Таким образом, авария на ТМІ не была основным фактором, затормозившим развитие атомной генерации в США, но определенную роль в этом она, безусловно, сыграла [34].

3.4 Психологические последствия

3.4.1 Состояние научных исследований

Прежде чем перейти к анализу психологических последствий аварии на ТМІ, обратим внимание читателя на то, что исследования в этой области в основном носят описательный характер, поэтому довольно сложно сравнивать результаты работы разных исследовательских групп, даже если они изучают последствия одного и того же события.

Например, в период с 1981 по 2001 гг. в США были опубликованы 160 работ по психологическим последствиям ЧС разного вида [35]. Чаще всего исследователи проводили интервью с пережившими ЧС жителями для того, чтобы оценить наличие симптомов дистресса¹⁵ средней степени тяжести, таких как посттравматический синдром, депрессия, беспокойность. Однако впоследствии оказалось, что из-за отсутствия общих стандартов проведения психологических исследований и определенного перекрытия симптомов разных симптомокомплексов невозможно провести мета-анализ этих исследований и выявить объективные закономерности [36]. Тем не менее, на сегодняшний день можно считать доказанным следующее [26, 36, 37, 38]:

- во время острой фазы ЧС большинство людей действуют разумно, в соответствии с обстоятельствами, а не впадают в панику и не совершают неадекватных действий, как считалось раньше;
- кратковременная психологическая травма сопровождает ЧС любого вида;
- на индивидуальном уровне последствия ЧС в большинстве случаев имеют легкую форму дистресса и сопровождаются кратковременными нарушениями сна, повышенной раздражительностью и беспокойностью;
- последствия средней тяжести (посттравматического синдрома, депрессии, деморализации, виктимизации, а также к злоупотребление алкоголем и наркотиками), при которых может потребоваться помощь специалистов, наблюдаются заметно реже;
- рост числа жалоб на здоровье и обращаемости за медицинской помощью является типичной реакцией после любых ЧС, даже в отсутствии очевидных симптомов стресса;
- пострадавшие часто описывают различные недомогания, которые напрямую не могут быть связаны с фактором ЧС, несколько подобных примеров собраны в таблице 2.

Таблица 2. Примеры психосоматических жалоб после некоторых стихийных бедствий в США

Год	Место	Стихийное бедствие	Психологические последствия	Ссылка
1972	г. Рэпид, Южная Дакота	наводнение	Жалобы на повышенное давление, гастрит, частые запоры, сердечно-сосудистые заболевания и т.д.	[39]
1974	г. Ксения, Огайо	торнадо	~ 25% жителей жаловались на проблемы со сном	[7]
1984	г. Аппалача, Кентукки	наводнение	Через 18 месяцев у взрослых жителей наблюдалось увеличение частоты депрессивных состояний, повышенное беспокойство, а также различные психосоматические манифестации стресса	[40]
1985	Пуэрто Рико	наводнение	Повышенная частота необъяснимых психосоматических отклонений в работе желудочно-кишечного тракта (боль в животе, тошнота, рвота, газообразование)	[41]

¹⁵ Дистресс – это стресс, связанный с выраженными негативными эмоциями и оказывающий вредное влияние на здоровье.

В отношении длительности психологических последствий после стихийных бедствий мнения специалистов расходятся. Например, в [42] сообщается, что после урагана Агнес и вызванного им разрушительного наводнения отдельные симптомы стресса авторы фиксировали в течение 5 лет. После землетрясений 1980 и 1983/84 гг. в Италии некоторые симптомы стресса другие авторы фиксировались на протяжении 14 лет [43]. У переживших наводнение в Буффало-Крик в феврале 1972 года отдаленные симптомы психологической травмы обнаруживались в течение 14 лет [44].

Другие специалисты считают, что психологические последствия стихийных бедствий в основном сходят на нет примерно через год – полтора. В ряде случаев отдельные симптомы стресса регистрируются на протяжении 3 лет, но большинство симптомов практически исчезали через 16 месяцев [45].

3.4.2 Психологическая травма

Психологические последствия аварии на ТМІ для населения 20-мильной зоны активно изучались в течение первых шести месяцев в рамках работы Комиссии Джона Кимени.

Исходя из представленных психологами результатов, в официальном отчете от 30 октября 1979 года Комиссия Кимени сделала следующие выводы: (1) психологический стресс был достаточно серьезным, (2) психологический стресс стал наиболее важным последствием для здоровья населения после аварии на ТМІ, (3) стресс был кратковременным [13].

Например, по результатам интервьюирования через месяц после аварии каждый четвертый житель в 20-мильной зоне аварии находился в состоянии деморализации¹⁶, причем в зоне 5-миль процент деморализованных жителей был выше, чем в более удаленных местах. В мае доля деморализованных снизилась до 15 %, а через 5 месяцев показатель опустился до контрольного уровня [46]. По мнению участвовавших в этой работе психологов, картина психологической травмы после аварии на ТМІ была сходной со стихийными бедствиями [46].

Комиссия Кимени отметила, что наиболее серьезную психологическую травму испытали взрослые жители 5-мильной зоны, семьи с детьми дошкольного возраста, а также подростки, проживавшие в зоне 5 миль или имевшие сестер и братьев дошкольного возраста или уехавшие с родителями из зоны аварии. Среди персонала станции наиболее высокий уровень стресса был выявлен у рядовых сотрудников [13].

В дальнейшем изучением психологических последствий аварии занимались разные исследовательские группы. Но только одна из них сообщала о симптомах посттравматического стресса (PTSD) [47]. В реальности диагнозов PTSD, скорее всего, было крайне мало [48].

Анализ поведенческих показателей стресса у жителей 10-мильной зоны, таких как уровень потребления алкоголя, транквилизаторов, снотворных средств, уровень преступности и частота самоубийств показал следующее:

- в первые несколько дней аварии в 10-мильной зоне выросло потребление алкоголя и увеличился показатель смертности от сердечно-сосудистых заболеваний,
- в радиусе 5-10 миль выросло число ДТП, однако прирост не был статистически значимым,
- зафиксированное во время аварии увеличение частоты психических расстройств, самоубийств и преступлений не было достоверным,
- в целом динамика изучаемых показателей соответствовала картине, наблюдаемой в штате Пенсильвания после больших национальных праздников (дистресс средней тяжести) [9].

Что касается долговременного характера негативных последствий психологической травмы, одна из университетских исследовательских групп зафиксировала отдельные симптомы связанного с аварией стресса через 6 лет после аварии на ТМІ [50]. Интервьюировали 38 человек из 5-мильной зоны ТМІ, и две контрольные группы из других мест (32 и 24 человека). Из-за малости выборки полученные результаты не могут считаться репрезентативными. Кроме того, авторы не анализировали, с какими вторичными факторами аварии могли быть связаны выявленные ими симптомы. В действительности, вторичных факторов, связанных с потерей населением «иллюзии безопасности», было много. Например, в 1985 году, когда возобновил работу первый, неповрежденный, реактор ТМІ, у 199 опрошенных женщин, проживавших в момент аварии в 10-мильной зоне и имевших детей грудного возраста, снова заметно повысился уровень стресса [51].

Таким образом, принципиальных отличий между психологическими последствиями аварии на ТМІ и последствиями ЧС природного характера не выявлено.

¹⁶ Деморализация – здесь это ощущение безысходности в трудной жизненной ситуации.

3.4.3 Психосоматические эффекты

Психосоматические последствия после аварии на ТМІ также имели место. Например, жители трех населенных пунктов, расположенных на возвышенностях на расстоянии 3-8 миль от ТМІ, откуда хорошо видны здания АЭС, описывали металлический привкус во рту, тошноту, затрудненное дыхание, которые они ощущали во время аварии. Они также жаловались на симптомы, характерные, в том числе, для острой лучевой болезни (эритема, потеря волос, тошнота, рвота и т.п.) [49]. К сожалению, анализом распространенности психосоматических симптомов работавшие в районе аварии группы социальных психологов из ведущих американских университетов не занимались. Этим в инициативном порядке стали заниматься ученые других специальностей (см. раздел 3.5.4).

Как уже говорилось, психосоматические жалобы часто фиксируются после стихийных бедствий. Аналогичные жалобы предъявляют и люди после техногенных аварий с загрязнением окружающей среды. Например, 15.02.1996 года нефтеналивное судно Sea Empress, перевозившее 130 тыс. тонн сырой нефти, затонуло на западном побережье Уэльса (Великобритания). В прибрежные воды вытекло 72 тыс. тонн сырой нефти и 360 тонн мазута. 200 км береговой линии были загрязнены, сильный запах распространялся по близлежащим населенным пунктам (НП). Через 2 месяца среди жителей четырех загрязненных и двух непострадавших населенных пунктов был проведен опрос. Выборки формировались случайным образом. В загрязненных поселениях каждый третий ответил, что авария негативно повлияет на его здоровье, в незагрязненных поселках – каждый пятый [52].

Приведем еще несколько примеров. Так в результате применения отравляющего газа зарин в токийском метро в 1995 году умерли 11 человек, 1000 человек с симптомами отравления получили медицинскую помощь. Число людей, вообще не имевших признаков отравления, но уверенных в том, что они тоже отравлены, превысило 4 тысяч человек [52].

После терактов 11 сентября 2001 года в США были зафиксированы множественные вспышки психосоматической заболеваемости. Например, 3 октября 2001 года в Маниле, Филиппины, после слухов об акте биотерроризма в городские больницы с симптомами гриппа обратились более тысячи студентов. В Вашингтоне, США, 9 октября 2001 года в вагоне метро один пассажир распрыскал неизвестное вещество (потом выяснилось, что это была чистящая жидкость), после этого 35 человек обратились к врачам с симптомами отравления (тошнота, головная боль и боль в горле) [53].

Таким образом, наличие психосоматических жалоб после аварии на ТМІ соответствует типичной реакции населения на стресс, связанный с угрозой жизни и здоровью при ЧС.

3.5 Социальные отношения в местных сообществах

3.5.1 Состояние научных исследований

В социальной психологии считается, что местные сообщества – это социальные организмы, реагирующие на угрозы и риски более сложным образом, чем отдельные индивиды [54]. По отдельности представители сообщества могут иметь разные мнения и взгляды, в то же время у сообщества существует общая этика, исходя из которой урегулируются конфликты и решаются спорные вопросы.

Многие специалисты считают, что местные сообщества реагируют по-разному на ЧС природного и техногенного характера. После ударов стихии они отмечают признаки развития «терапевтического» или «альтруистического» сообщества, в то время как техногенные аварии ведут к заметному ухудшению отношений между людьми в местных сообществах (табл. 3) [54, 55].

Таблица 3. Характерные реакции местных сообществ на ЧС природного и техногенного характера, адаптировано, адаптировано по данным [55, 56]

ЧС природного характера	ЧС техногенного характера
Стихийные бедствия воспринимаются как неотъемлемое свойство природы, или как божья воля. Хотя их часто можно предсказать, предотвратить невозможно.	Техногенные аварии воспринимаются как результат технических просчетов, недоработки, ошибок или «трусости» людей. Непредсказуемы, но считается, что их можно предотвратить; есть конкретные виновники.
Видимый урон (здания, сооружения, коммуникации). Равно уязвимы все социальные группы.	Неопределенность масштаба и природы наносимого ущерба, вредное воздействие на здоровье. Более уязвимы малоимущие социальные группы.
Общественная реакция последовательно проходит через фазы: предупреждение / угроза / воз-	Общественную реакцию сложно разделить на аналогичные фазы. Незавершенность, отсутствие окончательного разрешения ситуа-

действие / оценка ущерба / спасение / ликвидация последствий / восстановление / реабилитация.	ции. Местные сообщества заиклены на фазах «предостережение / угроза / воздействие». Возникает вторичная травма, связанная с судебными разбирательствами, переселением и т.п. Страх перед негативными последствиями вызывает стресс и беспокойство, возрастает социальная напряженность, возникают конфликты.
Возникает «терапевтическое» или «альтруистическое» сообщество; у переживших бедствие людей растет ощущение сплоченности и единения. Отношение к пережитому формируется всем сообществом. Общие усилия координируются и направлены на восстановление прежнего уклада жизни. Те, кого бедствие не коснулось, предлагают помощь.	Происходит социальная дезорганизация, теряется общность мнений относительно виновников случившегося, каждый вынужден сам определять свое отношение к пережитому. Сообщество заметно меньше нацелено на восстановление прежней жизни. Усилия по нормализации ситуации возглавляют люди извне. Жители могут быть вовлечены в длительные судебные разбирательства. Подвергшиеся вредному воздействию могут иметь право на компенсацию, у остальных таких прав нет, что создает почву для конфликтов. Те, кто считает, что подвергся вредному воздействию, уверены, что посторонние «просто не понимают». Неясность, двойственность ролей. Меняется стиль и традиционный уклад жизни.
Психологический стресс может стать хроническим из-за вторичных эффектов ЧС, таких как недостаток ресурсов и жилья, потеря работы, изменение уклада жизни, судебные разбирательства, внимание СМИ, конфликты между политиками и властными структурами.	

Однако некоторые специалисты придерживаются другого мнения. Они считают, что противопоставление природных и техногенных ЧС не имеет под собой достаточной эмпирической базы. Повышенный уровень «уровень альтруизма» после ЧС не с чем сравнивать, поскольку базовый уровень до ЧС не измеряется. Кроме того, известны случаи, когда после стихийных бедствий взаимоотношения в местных сообществах ухудшились из-за дефицита ресурсов, требующихся на восстановительной фазе, и наоборот, после техногенных аварий в местных сообществах иногда возникает консенсус, приводящий к расширению прав и возможностей гражданского общества [54].

Социальные психологи изучали также восстановление социальных отношений в местных сообществах после «ложной тревоги». Ежегодно в США при угрозе землетрясения, цунами, извержения вулкана, приближении урагана и т.п. эвакуируются десятки тысяч человек из зоны риска, но по факту угроза не реализуется. Например, только в 1996 году в штате Северная Каролина губернатор дважды объявлял эвакуацию при приближении к побережью ураганов Берта и Фран, и оба раза ураганы проходили мимо [57]. Обычно в этих случаях власти штата имеют возможность оперативно возместить вернувшимся жителям урон от эвакуации, и жизнь местных сообществ довольно быстро возвращается в обычное русло, не влияя существенным образом на социальные отношения. Социальные психологи установили, что опыт переживания «ложной тревоги» практически не меняет восприятие риска и не влияет на решение эвакуироваться при следующем объявлении эвакуации [57, 58].

3.5.2 Восприятие местными сообществами радиационных рисков до аварии

В 1966 году компания Метрополитен Эдисон, много лет владевшая островом Три-Майл-Айленд, объявила о строительстве на острове атомной станции, которая со временем должна заменить расположенную на том же острове угольную ТЭС. Местное население в целом отнеслось к этому положительно, поскольку новый крупный проект означал быстрое восстановление депрессивной экономики южной части графства Дофин, создание новых высокооплачиваемых рабочих мест, рост спроса на обесценившееся жилье, заполняемость школьных классов и т.д. [10].

Хотя в американском обществе в то время страхи перед атомной радиацией были уже довольно распространённым явлением¹⁷, большинство местных жителей не особенно задумывались над вопросами безопасности АЭС. По результатам телефонного опроса, проводившегося по заказу NRC через несколько месяцев после аварии, 75% респондентов припомнили, что до аварии они относились к станции либо нейтрально, либо положительно, причем у 62% опрошенных жителей АЭС вообще не вызывала никакой обеспокоенности. Две трети участвовавших в опросе жителей 5-мильной зоны сказали, что до аварии

¹⁷ Результаты психометрического анализа рисков, проведенного в 1976 году американскими социальными психологами в штате Орегон, США, показали, что в группе хорошо информированных граждан (студенты, представительницы Лиги женщин-избирателей) примерно 40% респондентов ответили, что после аварии на «типичном реакторе АЭС» в течение года погибнет более 10 тыс. человек [59].

эффект строительства АЭС на местную экономику был, по их мнению, положительным [10]. С учетом психологической травмы от аварии можно предположить, что в действительности до аварии этот процент был еще выше.

Оппозиция строительству АЭС была малочисленной. В 1972 году группа из 30 местных активистов, проживавших в основном в Гаррисберге, послала руководству станции запрос на проведение общественных слушаний по вопросу выдачи лицензии на эксплуатацию первого блока АЭС. Вскоре эта группа объединила усилия с действовавшей в масштабах штата антиядерной коалицией. В конце 1973 года руководство ТМІ установило на энергоблоках дополнительные системы фильтрации, и оппозиция отозвала свои претензии. В 1975 и 1976 году в местной прессе обсуждались проблемы и недостатки системы физической защиты атомной станции. Еще раз эта тема всплыла в местных СМИ в 1978 году, когда рядом с трехмильным островом перевернулся катер с представителями местной власти. Доплыв до острова, потерпевшие стали громко звать охранников АЭС на помощь, но безрезультатно. Местные активисты также неоднократно поднимали вопрос об адекватности планов эвакуации на случай аварии на АЭС и каждый раз получали от директора управления по гражданской защите графства Дофин заверения в том, что с планами все в порядке [10].

3.5.3 Нормализация жизни после аварии

О быстрой нормализации жизни в местных сообществах свидетельствуют результаты опросов, которые проводились одной и той же группой исследователей последовательно в апреле 1979 года (369 человек), в мае 1980 года (170 человек из участников первого опроса) и в апреле 1982 года (140 человек из участников предыдущих опросов) [60]. Хотя выборка респондентов не была репрезентативной, абсолютное число респондентов было больше, чем в большинстве подобных исследований.

Из 369 участников первого опроса почти 40% эвакуировались во время аварии, еще 33% реально готовились к отъезду – запасали бензин, брали деньги из банка, собирали чемоданы. Уже через месяц после аварии, в апреле 1979 года, более половины респондентов ответили, что авария не оказала влияния на основные аспекты их повседневной жизни. Доля таких ответов колебалась от 56 – 72 % в зависимости от конкретного аспекта повседневной жизни; в мае 1980 года доля ответов «авария не повлияла» выросла до 71 – 89 % (таблица 4).

По мнению руководителей разных муниципальных образований, спектр вопросов, с которыми жители обращались к местным властям, после аварии не изменился: чем и где занять местную детвору, окончание строительства спорткомплекса и бассейна, выборы в местные органы власти и т.п. [10]. В то же время по отношению к ТМІ местное население разделилось на два примерно равных по численности лагеря – про-атомный и анти-атомный. Социологические опросы показали, что доля местных жителей, считающих, что «риски от АЭС больше, чем выгоды» выросла с 27% (до аварии) до 50% [10]. До аварии число местных жителей, считавших станцию безопасной, и тех, кто не разделял это мнение, было примерно равным. Через 11 месяцев после аварии перевес в 2,5 раза был на стороне тех, кто сомневался в безопасности ТМІ [60].

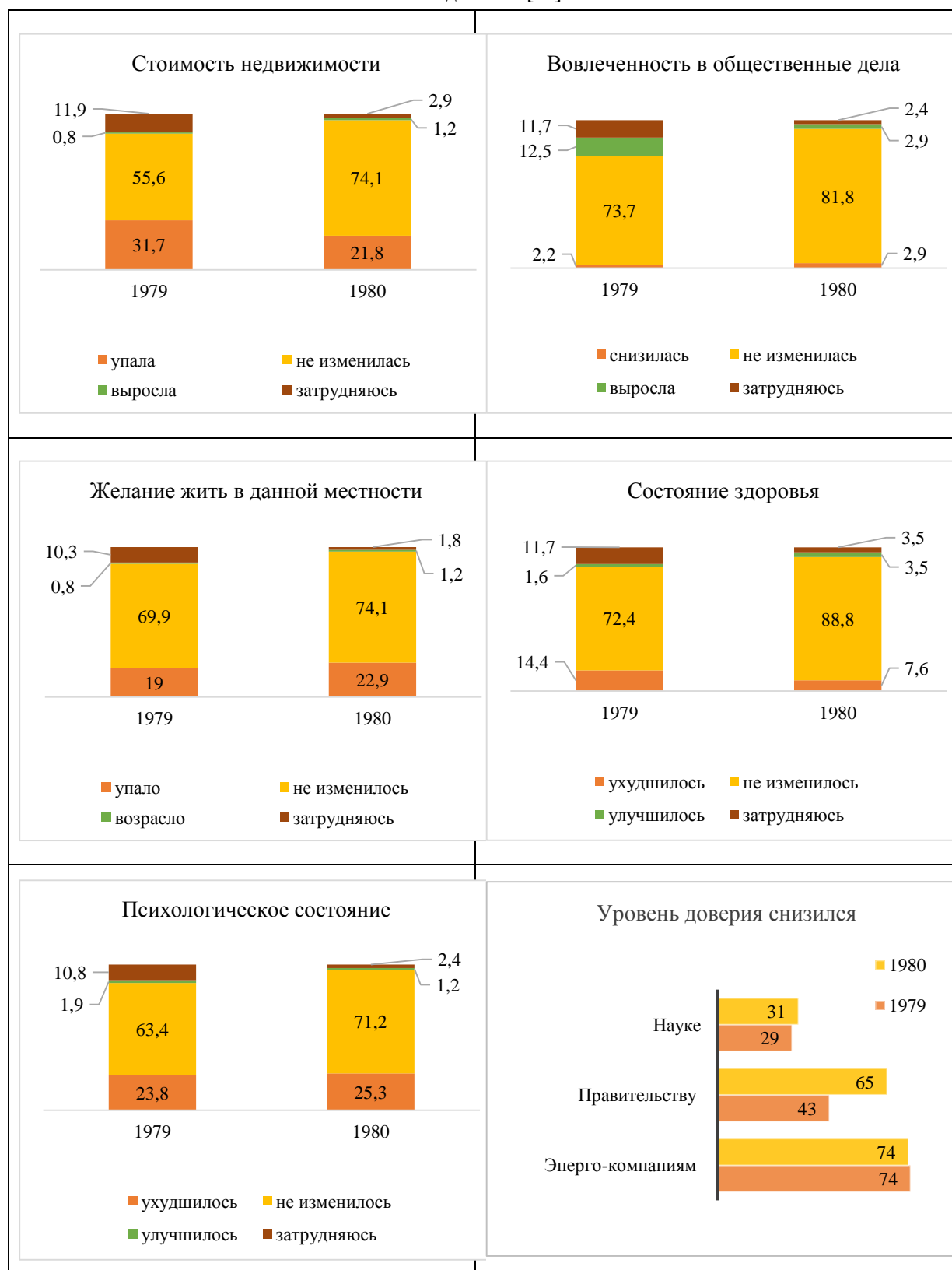
Многие местные жители сравнивали аварию на ТМІ с ураганом Агнес (1972), причем вывод коррелировал с отношением к атомным станциям вообще [10]. Жители с про-атомной ориентацией говорили, что, уж если они пережили наводнение после урагана Агнес, они переживут и аварию на ТМІ, причем многие считали, что ураган Агнес был гораздо более тяжелым испытанием. Для жителей с антиядерными настроениями авария на ТМІ, ставшая результатом человеческих ошибок, была неприемлемой. Их возмущала необходимость проходить через испытание, которого можно было не допускать в принципе, и беспокоила возможность новой аварии. По их мнению, ТМІ следовало закрыть совсем, так как без нее вполне можно обойтись. Противники АЭС говорили также, что радиация не воспринимается органами чувств, поэтому никто не может быть уверенным, насколько тяжелы последствия аварии на ТМІ, в то время как серьезность последствий урагана Агнес ни у кого не вызывала сомнений [10].

Согласно опросу, проводившемуся департаментом сельского хозяйства штата Пенсильвания среди фермеров 25-мильной зоны, в августе 1979 года подавляющее большинство из 304 респондентов ответили, что собственно авария не имела для них серьезных последствий. В радиусе 5-миль только 4% фермеров заявили об экономическом ущербе, в радиусе 10 миль доля таких заявлений была вдвое больше, но не превысила 9% [60]. Фермеров больше беспокоила вероятность снижения спроса на местное продовольствие через некоторое время после аварии (по факту этого не произошло), но на первом месте стоял все-таки вопрос о рисках для здоровья (таблица 5).

Сначала местные жители много спорили по поводу аварии и тяжести ее последствий. Так обычно бывает с событиями, находящимися в центре внимания СМИ. Когда стало ясно, насколько сильные эмоции вызывают такие разговоры, возникла негласная, а в некоторых случаях и явная договоренность не об-

суждать тему аварии, чтобы не «доводить» друг друга. Многие местные жители, которые сразу после аварии выражали солидарность своим друзьям из антиядерного лагеря, со временем стали избегать встреч с ними из-за их «зацикленности» на негативе [10].

Таблица 4. Распределение ответов жителей 50-мильной зоны на вопросы, связанные с оценкой влияния аварии на разные аспекты повседневной жизни, в % от числа опрошенных, адаптировано по данным [60]



Авария оказала весьма заметное влияние на еще один аспект социального самочувствия местных сообществ – упал уровень доверия к тем, кто отвечает за безопасность населения рядом с АЭС. Почти ¼ респондентов стали меньше доверять компании Metropolitan Edison и аффилированным организациям, каждый второй стал меньше доверять правительству (таблица 4). Например, среди местных жителей некоторое время циркулировали слухи, что эксплуатирующая компания при попустительстве властей сжигает оставшееся в аварийном энергоблоке топливо по ночам, чтобы не узнали жители [10]. Многие перестали доверять всем источникам информации не только по вопросу тяжести радиологических последствий аварии, но и в отношении того, что реально происходит на аварийной станции [60].

Таким образом, после аварии на ТМІ жизнь местных сообществ достаточно быстро вернулась в норму, за исключением некоторых аспектов социального самочувствия, связанных с восприятием радиационных рисков от ТМІ. Мнения местных жителей разделились примерно поровну по таким вопросам как: (1) тяжесть радиационного вреда здоровью от аварии, (2) вероятности новой аварии на ТМІ и (3) готовности властей защитить население от радиационной опасности. Эти вопросы стали вызывать намного более сильные эмоции, чем другие спорные темы [10].

Таблица 5. Распределение ответов фермеров в опросе департамента сельского хозяйства Пенсильвании, % от общего числа опрошенных, 1979 год [60]

Вариант ответа	Расстояние от фермы до ТМІ		
	До 10 миль	11 - 25 миль	Среднее
ТМІ представляет серьезную опасность для моего здоровья и здоровья моей семьи	36	27	28
ТМІ представляет серьезную опасность для моих доходов	26	25	25
В результате аварии на ТМІ стоимость фермы значительно снизилась	23	6	7

3.5.4 Восприятие рисков после аварии

11 апреля 1979 года, сразу после официального объявления об окончании аварии на ТМІ, Президент США Джими Картер создал комиссию по расследованию аварии, объявив ее независимой от атомного лобби площадкой (далее Президентская комиссия). В состав Президентской комиссии вошли наиболее авторитетные ученые из разных областей естественных и технических наук, руководители крупных инженерных и машиностроительных корпораций, вице-президент американской ассоциации наук о здоровье, профессор социологии, известный журналист, действующий губернатор штата Аризона и мать шестерых детей из Мидлтауна. Профессиональных радиологов в комиссии не было. Отчет был опубликован 30 октября 1979 года [13].

В мае 1979 года в город Ланкастер, расположенный ниже по течению р. Саскеханна, куда планировали произвести сброс очищенных вод с аварийного блока, по приглашению антиядерных активистов приехал Джон Гофман, профессор университета Беркли, участник Манхэттенского проекта, председатель Комитета за ядерную ответственность. Он убедил городские власти и губернатора штата в том, что NRC недооценивает радиационные риски. Губернатор запретил сброс, а городские власти подали в суд на NRC. Федеральный суд отклонил иск, но после апелляции Верховный суд США поддержал позицию горожан [49].

14 мая 1979 года губернатор штата создал свою независимую комиссию для изучения последствий на уровне региона (далее Губернаторская комиссия). Ее отчет был обнародован 26 февраля 1980 года, через 11 месяцев после аварии [14].

Все это время антиядерные активисты регулярно встречались с местными властями, руководством аварийной станции и представителями NRC. Им удалось привлечь внимание местных СМИ к работам по очистке станции, благодаря чему вопросы безопасности населения при проведении контролируемых выбросов и сбросов на ТМІ были впервые вынесены на общественные слушания.

Для местных сообществ одним из ключевых был вопрос о том, сколько на самом деле радиоактивности было выброшено в атмосферу при аварии. Часто обсуждалось, где на самом деле были сняты показания мощности дозы, получив которые губернатор Торнберг рекомендовал эвакуацию. По версии NRC измерения были сняты с вертолета во время контролируемого выброса радиоактивных газов. Однако прямых измерений мощности дозы в первые дни аварии в ближайших к станции населенных пунктах у NRC не было [14]. В то же время некоторые жители, оказавшиеся неподалеку от аварийной станции, очень эмоционально рассказывали о металлическом привкусе, тошноте и др. симптомах острой лучевой

болезни, якобы доказывающих наличие в атмосфере большого количества радиоактивности. В ответ специалисты NRC говорили о сильном стрессе и намекали на возникшие психические отклонения у своих оппонентов. Такой «диагноз» обижал всех присутствующих и не принимался как серьезный аргумент [49].

В первые недели около двух тысяч жителей 25-мильной зоны с помощью юристов страховых компаний подготовили и подали в суд штата иски о возмещении радиационного вреда здоровью. Все истцы утверждали, что выброс радиоактивности был гораздо более масштабным, чем было заявлено в отчетах компании Metropolitan Edison и NRC, что погодные условия и рельеф местности привели к формированию нескольких узких радиоактивных следов, вследствие чего жители получили большие дозы облучения, способные вызывать тяжелые последствия [49].

Специалисты NRC последовательно отстаивали свою позицию в отношении отсутствия сколь-нибудь значимых радиологических последствий аварии. Еще 31 марта, на 4 день аварии Гарольд Дэнтон, директор департамента безопасности реакторов, советник NRC при губернаторе Торнберге, заявил на пресс-конференции следующее: «Влияние радиации при таких низких уровнях [облучения] можно предсказать только на основе данных по людям, получившим гораздо более высокие дозы облучения ... при условии, что 10 тысяч человек получили каждый по 1000 миллибэр, вероятность отдаленного рака, вызванного радиацией, составит только 1-2%». К 1980 году ведущие американские радиологи уточнили оценки популяционного риска для 2,2 млн. жителей 50-мильной зоны как 1 дополнительный радиогенный случай рака на 541000 спонтанных раков и менее 1 случая на 78000 спонтанных врожденных дефектов за все время оставшейся жизни [61, 62].

Однако NRC уже утратила кредит доверия. Не только антиядерные активисты, но и власти штата обвиняли комиссионеров в сговоре с атомщиками. Апелляция специалистов NRC к логике и объективным данным в столь эмоционально окрашенных вопросах не давала результатов. Через полтора месяца после аварии губернатор Торнберг в своем распоряжении о создании комиссии штата по расследованию аварии, объяснил: «точные последствия аварии остаются неизвестными, ... возможны последствия для физического и психического здоровья населения». Судебные власти штата приняли в производство 2000 исков о возмещении радиационного вреда здоровью. Департамент общественного здоровья штата Пенсильвании и Минздрав США мотивировали создание популяционного регистра жителей 5-мильной зоны тем, что оценки радиологических последствий аварии ранее все время сопровождалась путаницей и неопределенностью, кроме того, на практике ранее таких ситуаций облучения не было [62, 63].

В конце мая был опубликован предварительный отчет Межведомственной дозиметрической группы, в которую входили специалисты NRC, Департамента здравоохранения и Агентства по охране окружающей среды (EPA). В отчете говорилось, что максимальные дозы для жителей не превышали 1 мЗв, и даже с учетом неопределенности в оценке доз вероятность негативных последствий для здоровья жителей очень мала [64]. В отчете Президентской комиссии говорилось: «количество попавшей в атмосферу радиоактивности очень мало, а численность населения под риском невелика, поэтому может и не быть дополнительно выявляемых случаев радиогенного рака, ... вполне вероятно, что не будет выявляемых случаев генетических дефектов. ... каждый из двух миллионов человек, проживающих в радиусе 50 миль, имеет крошечный дополнительный шанс умереть от рака, и когда все эти крошечные шансы будут суммированы, получится 0,7. ... Практически наверняка дополнительное число смертей от рака будет менее 10» [13]. Несмотря на это судебные власти оставили в силе процедуру сбора доказательств вреда здоровью от аварии.

В середине июня 1979 года NRC, пытаясь доказать объективный характер своих выводов, в дополнение к собственному расследованию, привлекла для проведения независимого анализа причин и обстоятельств аварии авторитетную юридическую компанию Rogovin, Stern & Huger, не имевшую до этого никаких связей с атомной отраслью. В своем отчете, опубликованном в январе 1980 года, юристы указали на недостатки в организации радиационного мониторинга за пределами станции, но пришли к выводу, что имеющихся данных измерений в принципе было достаточно для адекватной оценки радиационной обстановки. По их заключению: «очень маловероятно, что кто-либо пострадает заметным образом в течение всей жизни от облучения, связанного с аварией на ТМ1. Последствия для населения в целом, если о них вообще можно говорить, определенно будут неизмеримыми и невыявляемыми» [23].

В конце февраля 1980 г. в своем официальном отчете Губернаторская комиссия согласилась с выводами Президентской комиссии относительно малости рисков для здоровья [14]. Несмотря на то, что формально федеральные власти и власти штата приняли позицию NRC – дозы малы, медицинские последствия выявить невозможно, губернатор Торнберг не снял наложенный им в июне 1979 года запрет на перезапуск ТМ1-1, основным условием снятия которого было получение исчерпывающего ответа в отношении рисков для здоровья и безопасности жителей штата [64]. Медицинские власти продолжили ра-

диационно-эпидемиологические исследования. Судебные власти не отклонили находящиеся в производстве иски о компенсации ущерба здоровью из-за воздействия радиации. Жители с вновь установленными диагнозами (рак, врожденные дефекты и др.) много лет продолжали подавать иски в суд, и некоторые из них принимались в производство [65].

Вопрос о вреде малых доз был тесно переплетен с работами по очистке ТМІ-2 и перезапуском ТМІ-1. Чтобы избежать судебного иска со стороны штата Пенсильвания в связи с запретом губернатора на перезапуск станции, NRC отложила выдачу лицензии и объявила о проведении первых в истории США общественных слушаний по вопросу обеспечения ядерной и радиационной безопасности населения [64].

Подготовка к слушаниям заняла 18 месяцев. Для облегчения взаимодействия специалистов NRC с местным населением по вопросам безопасности работ на аварийном блоке в ноябре 1980 года ядерный регулятор создал независимую консультативную группу (далее КГ). Среди 12 членов КГ были ученые, избранные должностные лица и рядовые граждане. КГ регулярно встречалась с населением и представителями NRC. В ходе этих встреч местные активисты постоянно стремились вынести на обсуждение вопросы радиационного риска для здоровья. Однако председатель КГ регулярно отклонял эти предложения, ссылаясь на отсутствие у КГ соответствующего мандата. Возникший антагонизм серьезно подрывал легитимность работы КГ, и, в конце концов, вопросы здоровья были включены в повестку дня КГ [66].

Опросы показали, что через два года после аварии местные жители оценивали радиационные риски почти также высоко, как антиядерные активисты, хотя поведенческие реакции на воспринимаемую опасность были определено менее выраженными, чем у активистов (табл. 6).

Таблица 6. Усредненные оценки радиационной опасности и фактические действия по ее минимизации со стороны местных жителей, по данным [64]

Источник опасности	Антиядерные активисты (149 чел.)	Местные жители (288 чел.)
Серьезность радиационной угрозы во время аварии ¹⁾	3,8	3,3
Эвакуация на время аварии	87%	56%
Оппозиция сбросу использованной воды в реку ²⁾	5,0	4,8
Оппозиция выбросу криптона-85 в атмосферу в июне 1980 г. ³⁾	4,7	4,0
Эвакуация на время выброса криптона в атмосферу	39%	10%
Оппозиция перезапуску первого энергоблока ³⁾	5,0	4,4
Возможность отъезда в случае перезапуска первого блока	52%	26%

Примечания: ¹⁾ степень опасности оценивалась по шкале от (1) нет опасности до (4) очень серьезная опасность; ²⁾ вопрос задавался только жителям Ланкастера; ³⁾ варианты ответов от (1) полностью поддерживаю до (5) категорически против.

В 1981 году, во вторую годовщину аварии по решению федеральных судебных властей компания Metropolitan Edison выделила 5 млн. долларов на создание Фонда общественного здоровья в штате Пенсильвания. Из этого фонда в течение последующих 20 лет финансировались эпидемиологические исследования в рамках популяционного регистра. К третьей годовщине ответственный секретарь департамента здравоохранения штата Пенсильвания представил широкой медицинской общественности следующие данные: «В первый и второй кварталы 1978 года в радиусе 10 миль от станции показатель младенческой смертности составлял соответственно 8,6 и 7,6 на 1000 живорождений. В первом квартале 1979 года, после того как был запущен в предаварийном состоянии реактор ТМІ-2, показатель младенческой смертности поднялся до уровня 17,2. Во втором квартале 1979 года, после аварии на ТМІ-2, еще вырос до 19,3. В третьем и четвертом квартале 1979 года показатель был 7,8 и 9,3 соответственно» [67]. Неудивительно, что жители, далекие от проблем изучения популяционной статистики в малых группах, сочли это доказательством нанесенного аварией вреда здоровью.

В связи с усилением социальной напряженности Фонд общественного здоровья привлек для изучения возможности причинно-следственной связи между онкологической заболеваемостью и облучением ведущих американских эпидемиологов из Колумбийского университета (Нью-Йорк). Исследования проводились в 10-мильной зоне и заняли почти 10 лет [49].

Количество судебных исков о компенсации ущерба здоровью, которые местные жители подавали в связи с различными потенциально радиогенными заболеваниями (раки, врожденные дефекты и др.), со временем не снижалось. Например, только 1985 году в окружной суд округа Дофин поступили 1550 новых исков от заболевших или их родственников [66].

Публичные акции компании-собственника¹⁸ ТМІ – основного ответчика по судебным искам о вреде здоровью – общественность воспринимала как косвенное подтверждение нанесенного вреда. В начале 1985 года компания добилась отклонения 73 судебных исков в общей сложности на сумму 4 миллиона долларов. Истцам объяснили, что им никогда не удастся доказать причинно-следственную связь заявленных заболеваний с облучением, а предлагаемое решение избавит их от бесполезных судебных расходов. Но местная общественность истолковала такой шаг собственника станции как желание виновника уклониться от судебного разбирательства, что в американском обществе считается первым тестом на виновность [65].

30 мая 1985 года NRC отозвала свое решение 1979 года не выдавать лицензию на эксплуатацию ТМІ-1, и через семь лет простоя неповрежденный энергоблок возобновил работу. Вскоре после этого собственники – GPU – выплатили в досудебном порядке 14,5 миллионов долларов 280 истцам из числа тех, кто претендовал на возмещение нанесенного радиацией ущерба здоровью [68]. Самую крупную сумму, более 1 млн. долларов, получила семья, у которой через девять месяцев после аварии родился ребенок с синдромом Дауна [69]. В пресс-релизе GPU разъяснялось, что это решение принято страховыми компаниями, чтобы избавить истцов от бесполезных судебных расходов, и не свидетельствует о признании вреда здоровью, поскольку никакого вреда не было, кроме кратковременного психологического стресса. Выплаты в данном случае объяснялись желанием GPU оказать финансовую поддержку тем, кто заболел из-за стресса. Получившие деньги истцы дали подписку о неразглашении [68], однако информация просочилась в СМИ и была воспринята соответствующим образом. Например, Википедия – современная «народная энциклопедия», число посетителей которой измеряется 2 миллиардами человек в месяц, – приводит факт досудебной выплаты в противовес судебным решениям, оставившим без удовлетворения иски о возмещении вреда здоровью¹⁹ [75].

В 1991 году эпидемиологи из Колумбийского университета опубликовали результаты своих исследований. Они выявили положительную корреляцию между дозами облучения и показателями общей онкологической заболеваемости, частотой неходжкинской лимфомы и частотой рака легких [49]. Но указали на статистическую недостоверность этого вывода из-за малого числа рассмотренных случаев рака (54 случая за период 1975-1985 гг.).

В 1996 году на стороне жителей в окружном суде округа Мидл выступил известный эпидемиолог из университета Северной Каролины, который провел дополнительные исследования онкологической заболеваемости в 10-мильной зоне и подтвердил дополнительными данными выводы исследователей из Колумбийского университета. Однако ведущие радиологи, выступавшие на стороне ответчиков, утверждали, что полученные корреляции носят случайный характер. Суд вынужден был принимать решение в отношении статистической значимости корреляций и полноты имеющихся научных знаний о стохастических эффектах облучения. В итоге окружной суд округа Мидл встал на сторону GPU и отклонил все десять выбранных для этого процесса исков [49].

Еще через 3 года, в ноябре 1999 года третий Федеральный апелляционный суд США вернулся к рассмотрению оставшихся 1990 исков, указав, что у каждого гражданина есть конституционное право на рассмотрение его дела в суде. Федеральный суд поддержал решение судьи окружного суда округа Мидл отклонить 10 исков. Однако в июне 2000 года Верховный суд США без объяснения причин отклонил требование GPU прекратить производство по оставшимся 1990 искам. В мае 2001 года третий Федеральный апелляционный суд США вынес определение, что никакие «новые теории» в пользу медицинских требований к ТМІ рассматриваться больше не будут. Это убедило адвокатов отказаться от всех оставшихся исков [70]. Но из-за отсутствия формального вердикта ситуация с рисками для здоровья так и не получила окончательного разрешения.

Подводя итог, можно сказать, что после аварии многие жители стали воспринимать ТМІ как источник постоянной опасности, от которого желательно избавиться. Публичное внимание к работам по очистке аварийного блока и решению о перезапуске неповрежденного блока неоднократно усугубляло первичную, нанесенную собственно аварией, психологическую травму. Поляризация мнений в местных сообществах по вопросу ущерба здоровью от аварии породила социальную напряженность, ее долговременный характер был обусловлен растянувшимися на два десятилетия судебными разбирательствами и отсутствием окончательного решения. Такой сценарий развития социальных отношений в местных сообществах нетипичен для «ложной тревоги», он больше напоминает техногенные ЧС с хроническим химическим загрязнением окружающей среды (см. табл. 3).

¹⁸ После реорганизации компания Metropolitan Edison стала называться General Public Utility (далее GPU).

¹⁹ Three Mile Island accident. Wikipedia article at https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Mile_Island_accident

4 Управление риском

4.1 Управление пренебрежимо малым радиационным риском

Мы видели, что в острой фазе аварии на ТМ1 власти в значительной степени утратили доверие к ядерному регулятору и эксплуатирующей организации, в первую очередь из-за непредусмотрительности и неготовности атомных профессионалов к реагированию на такие ситуации. Как следствие, решения властей штата по защитным мерам были избыточными по отношению к рекомендациям штаба NRC. Отметим, что с точки зрения современных требований к организации радиационной защиты населения при угрозе масштабного выброса радиоактивности, решения территориальных властей не были избыточными²⁰. И массовый характер добровольной эвакуации населения определялся не “избыточными” рекомендациями губернатора, а размерами зоны риска, которые по ходу дела публично озвучивали представители NRC.

После официального объявления об окончании аварии власти штата оказывались в сложном положении: сотни тысяч избирателей активно выражали свою обеспокоенность и требовали окончательного закрытия АЭС, тысячи исков были поданы в суд с требованиями возместить ущерб здоровью от аварии. Предъявляемые NRC оценки популяционного риска оспаривали Джон Гофман и другие авторитетные ученые, в том числе зарубежные. СМИ акцентировали общественное внимание на разногласиях внутри узкопрофессионального научного сообщества, свидетельствующих, что ученые не до конца понимают, как действует радиация в диапазоне малых доз.

Причиной разногласий внутри профессионального сообщества была линейная беспороговая гипотеза (далее ЛБГ) действия радиации в диапазоне малых доз. В 1972 году американский Комитет по биологическим эффектам ионизирующей радиации (BEIR) и американская Комиссия по атомной энергии включили в Кодекс федеральных правил²¹ принцип ALARA, который базируется на ЛБГ. В 1977 году МКРЗ в своей официальной публикации рекомендовала ЛБГ к использованию для целей радиационной защиты в диапазоне малых доз [71] и предложила принимать решения в этом диапазоне, опираясь на оценки риска. В качестве приемлемого индивидуального радиационного риска для населения бы определен диапазон от 10^{-6} до 10^{-5} в год, что соответствует пределу годовой дозы 1мЗв в год. Однако в 1980 году, через год после аварии американские СМИ писали, что на специальном заседании эксперты BEIR большинством голосов поддержали линейно-квадратичную модель, только один член BEIR высказался за линейную функцию, еще один предпочел квадратичную функцию [72, 73].

Из-за сомнений в достаточности научных знаний о радиационных рисках в диапазоне малых доз властные элиты предпочли отложить решение чувствительных для местного населения вопросов до получения уточняющих данных. С этой целью в 25-мильной зоне АЭС были развернуты эпидемиологические исследования. С одной стороны, это показывало избирателям стремление властей разобраться и защитить их интересы, если они, действительно, ущемлены. С другой стороны, публично заявленные сомнения властей в отсутствии ущерба здоровью от аварии создали условия для развития социальных отношений в местных сообществах по негативному сценарию.

В вопросах оценки ущерба здоровью от облучения власти считали возможным отложить решение до окончания эпидемиологических исследований²². Однако вопросы, связанные с риском для здоровья от проведения контролируемых сбросов и выбросов на аварийной площадке, требовалось решать более оперативно. Утратив доверие к научным и экспертным организациям, так или иначе связанным с атомной отраслью, власти пытались найти иные точки опоры. Следуя оценкам риска, представленным Джоном Гофманом, губернатор наложил запрет на сброс очищенных вод станции в реку Саскеханна. Когда встал вопрос о контролируемом выбросе радиоактивных газов через вентиляционную трубу станции, а антиядерные группы на организованных в начале 1980 года митингах публично обвинили NRC в научной некомпетентности и моральном сговоре с эксплуатирующей компанией, губернатор Торнберг обратился в одну из наиболее авторитетных американских общественных организаций – Союз обеспокоенных ученых – за независимой оценкой радиационных рисков от криптона-85. В своем официальном отчете Союз обеспокоенных ученых отметил, что с радиологической точки зрения выброс криптона не представляет опасности, но эта операция может вызвать дополнительный психологический стресс у

²⁰ Сегодня радиус зоны планирования превентивных мер защиты (укрытие, эвакуация и прием препаратов стабильного йода) определен NRC как 10 миль, см. Emergency Planning Zones at <https://www.nrc.gov/about-nrc/emergency-preparedness/about-emerg-preparedness/planning-zones.html>.

²¹ Code of Federal Regulations

²² Начатые в мае 1979 года эпидемиологические исследования в радиусе 5 миль от станции планировалось проводить в течение 20 лет [14].

населения, поэтому от нее следует отказаться. Поскольку психологов среди готовивших отчет ученых не было, губернатор проигнорировал эту рекомендацию и разрешил провести выброс [66].

Промежуточные результаты эпидемиологических исследований не привели к желаемому уточнению, но, поскольку за шесть лет работы медики не предъявили явных доказательств вреда здоровью от работы ТМ1 до аварии²³, в 1985 году губернатор штата уже не стал противодействовать решению NRC возобновить работу первого неповрежденного энергоблока АЭС. Перезапуск ТМ1-1 означал молчаливое признание властями приемлемости рисков при нормальной эксплуатации коммерческих атомных станций.

Однако вопрос о том, нанесла ли авария вред здоровью жителей, и после этого остался открытым. Только в 1996 году судебные власти штата объявили о завершении процедуры сбора доказательной базы по радиогенным эффектам аварийного облучения и провели открытое слушание по делу о компенсации вреда здоровью. Выбранные судом штата 10 тестовых исков были отклонены. Но федеральный суд отказался отклонить все оставшиеся иски без детального рассмотрения и продлил процедуру сбора доказательной базы еще на 3 года. В 2001 году федеральные судьи договорились с адвокатами об отзыве всех исков в силу их бесперспективности. Такая позиция означала, что при нынешнем уровне развития науки вред от аварийного облучения доказать нельзя, но, поскольку этого нельзя исключить в будущем, власти не станут открыто заявлять, что аварийное облучение не нанесло ущерба здоровью населения.

Со временем местные сообщества сумели адаптироваться к ситуации неопределенности, характерные признаки социальной напряженности стали уменьшаться. И молчаливый отказ властей выносить определенное решение по ущербу здоровью от аварии не вызвал какого-либо обострения общественной ситуации, но оставил простор для продолжения спекуляций по теме тяжести последствий аварии и безопасности атомных станций. Например, в 1985 году была создана общественная организация под названием «Проект «Радиация и здоровье населения». К ноябрю 2010 года она опубликовала 27 статей в научных медицинских журналах, свидетельствующих о повышении общих уровней смертности и заболеваемости детского населения, онкологической заболеваемости взрослого населения и, в частности повышенной частоте раков щитовидной железы в регионах размещения атомных реакторов и проведения ядерных испытаний [74].

Подведем итоги. После завершения острой фазы аварии власти оказались не готовы управлять радиационными рисками. Ядерный регулятор и другие компетентные организации, связанные с атомным производством и оценивающие радиационные риски на основе международно-принятых научных подходов, предлагали риск-ориентированный подход. Но утратив к ним доверие, властные элиты выбрали стратегию отложенных решений. Хотя в первый год после аварии в отчетах Президентской, Губернаторской и всех остальных комиссий²⁴ формально было зафиксировано, что негативные последствия для здоровья населения от аварийного облучения будут малы настолько, что выявить их вряд ли удастся, власти объявили о необходимости сбора дополнительной информации.

Высокий уровень обеспокоенности и низкий уровень доверия местного населения к компетентным научным организациям, высокий протестный потенциал на местном и национальном уровнях, высокая цена ошибочных решений, косвенно затрагивающих сферу национальной энергетической политики – все эти условия не были уникальными для лиц принимающих решения. За исключением того, что речь шла о техногенной радиации. Общепринятые опасения перед радиацией, которые не чужды представителям власти, не позволили им принять научно обоснованную позицию и объявить риск пренебрежимо малым, а ущерб здоровью не требующим компенсации. Высокий уровень обеспокоенности и низкий уровень доверия местного населения к компетентным научным организациям, высокий протестный потенциал на местном и национальном уровнях, высокая цена ошибочных решений, косвенно затрагивающих сферу национальной энергетической политики – все эти условия не были уникальными для лиц принимающих решения. За исключением того, что речь шла о техногенной радиации. Общепринятые опасения перед радиацией, которые не чужды представителям власти, не позволили им принять научно обоснованную позицию и объявить риск пренебрежимо малым, а ущерб здоровью не требующим компенсации.

Власти призвали других специалистов – медиков и эпидемиологов. Но их результаты оказались противоречивыми и уязвимыми для критики. На уровне штата, когда вопрос о компенсации фактических бюджетных затрат был уже решен, власти поддержали научную позицию. На федеральном уровне, где политические риски выше, по истечении 20 лет, отведенных на уточняющие эпидемиологические исследования, власти просто уклонились от каких-либо публичных деклараций. Исходя из гипотезы, что в

²³ В период с сентября 1974 по март 1979 года.

²⁴ Сюда можно отнести опубликованные в течение первых 11 месяцев после аварии отчеты межведомственной диметрической группы, отчет комиссии Роговина, отчет NRC, отчет специального комитета BEIR.

случае с химическим риском власти вели бы себя иначе, рассмотрим похожую ситуацию, которая развивалась в тот же исторический период в соседнем штате Нью-Йорк.

4.2 Пример управления химическими рисками в районе Лав Канал

4.2.1 Хронология событий

В 1978 году в США в городе Ниагара-Фоллс, штат Нью Йорк, была объявлена ЧС в связи с химическим загрязнением селитебной территории в нескольких кварталах в районе Love Canal (далее LC). Это – самая известная в США «экологическая катастрофа». Коротко опишем хронологию событий [76, 77, 78].

В начале 1890-х годов в американский предприниматель Уильям Т. Лав выкупил у города участок для строительства канала, соединяющего реку Ниагара и озеро Онтарио. В период Великой депрессии предприниматель разорился. На участке остался огромный котлован и чуть более километра начатого канала.

Долгие годы в заброшенный канал сбрасывали мусор. В 1942 власти штата разрешили компании Hooker Chemical захоранивать там контейнеры с химическими отходами (рис. 3а). Через 10 лет компания вышла из этого бизнеса и провела реабилитацию принадлежавшего ей участка площадью чуть более 4000 м². Для изоляции опасных отходов использовали технологию «стена в грунте», сверху участок с отходами был перекрыт мощным слоем глины. В доказательство надежной изоляции отходов компания пробурила несколько скважин и предъявила муниципальным властям пробы грунтовой воды, после чего городской Совет по образованию приобрел реабилитированный участок за символический один доллар.

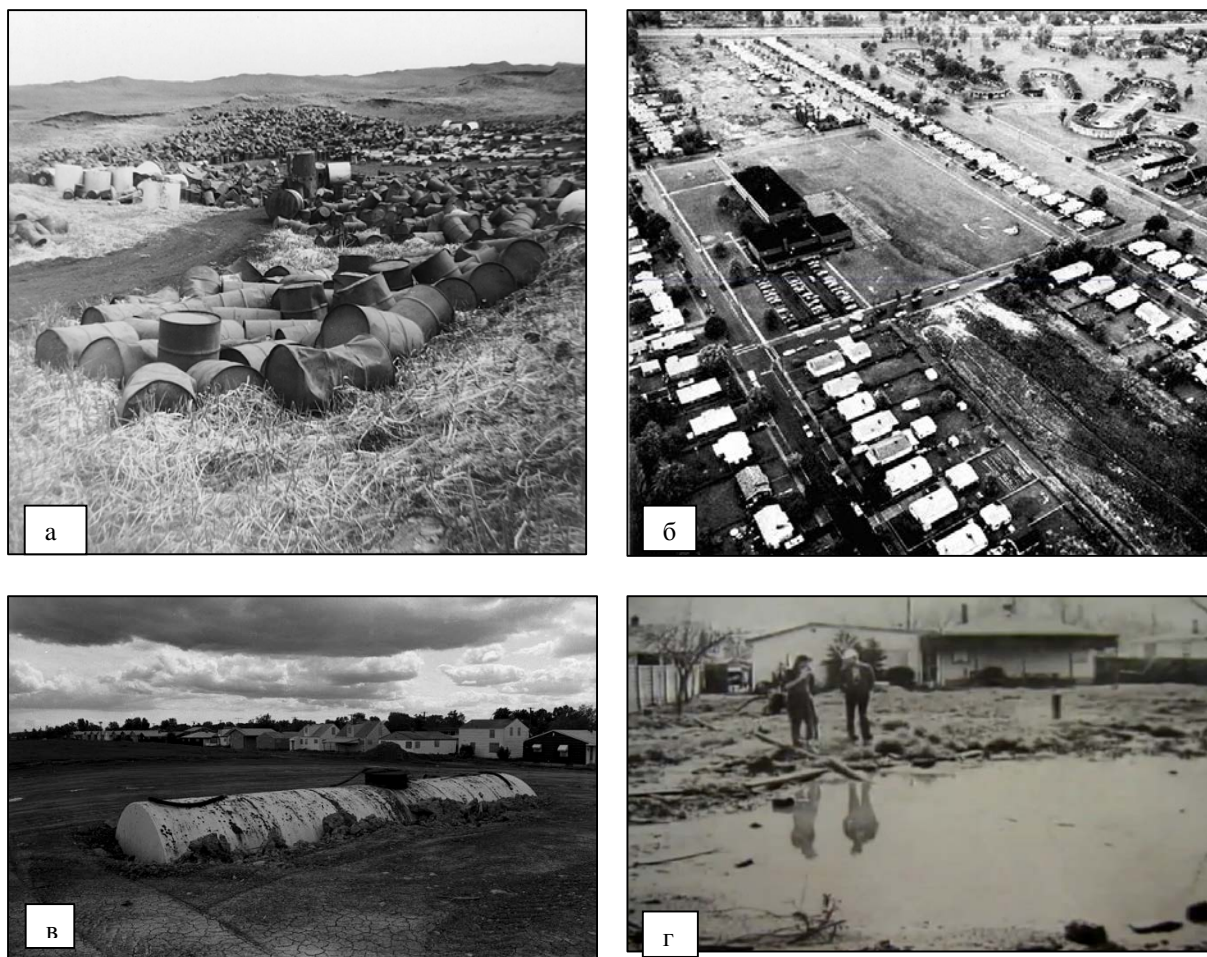


Рисунок 3 – Район свалки химических отходов (а); школа и жилые дома на месте котлована (б), всплывшая канистра с химическими отходами (в), подтопление в районе котлована (г). Фотографии из коллекции университета Буффало, США [79]

Сняв с себя юридическую ответственность за участок, компания предупредила городские власти о возможных химических рисках. Тем не менее, в 1955 году на месте засыпанного котлована Совет решил сделать детскую площадку, а неподалеку построить школу начального обучения. Соседние участки были проданы под строительство домов.

При строительстве школы был снят верхний слой глины и удалены некоторые элементы бетонных конструкций, вместо фундамента глубокого залегания была применена подстилка из натурального каучука, которая должна была исключить химическое воздействие на постройку. Вокруг участка возвели жилые дома, в основном одноэтажные (рис.3б). Когда прокладывались линии канализации, некоторые части «стены в грунте» снова были повреждены, канализационные канавы заполнялись водопроницаемым щебнем. При прокладке ливневой канализации в 1960 году целостность экрана из глины снова была нарушена.

Дешевое жилье рядом с каналом было быстро раскуплено. Долгие годы местные жители жаловались на сильный запах и видимые следы химического воздействия на дома и почвы, однако выезжавшие на место специалисты Агентства по охране окружающей среды (далее EPA) и Министерства здравоохранения отрицали вредное воздействие химических отходов на здоровье населения.

После нескольких дождливых лет в середине 1970-х запах стал нестерпимым, на поверхность из грунта поднялись фрагменты разрушенных контейнеров с химическими отходами (рис. 3в, г). После этого власти штата Нью-Йорк начали гидрогеологические исследования. В 1977 году местные журналисты провели независимое расследование. Городские власти предъявили результаты этого расследования сенатору от штата Нью-Йорк. Сенатор посетил LC вместе с представителями регионального офиса EPA. Далее ситуация стала развиваться стремительно.

1978 год

В апреле в район LC приехал федеральный инспектор по здравоохранению. Он объявил, что район является опасным для здоровья и необходимы защитные меры. В июле губернатор штата Нью-Йорк предоставил дополнительные полномочия инспектору штата по здравоохранению и выделил 0,5 млн. долларов на проведение эпидемиологических исследований. Судебные власти штата поддержали это решение.

2 августа года губернатор принял решение о введении режима ЧС, закрытии школы и эвакуации беременных женщин и семей с детьми до двух лет из домов первой и второй линии (рис.4а). Президент США Джими Картер поддержал действия губернатора штата и выделил 10 млн. долларов на выкуп домов, из которых были эвакуированы жители. Впервые в истории США фонд помощи был создан для пострадавших от техногенной ЧС.

Осенью в пробах воды в районе LC были обнаружены высокие концентрации многих вредных химических веществ (далее ВХВ), включая диоксин и бензол. Содержание ВХВ в воздухе рядом с котлованом превысило нормативные уровни в 250 – 5000 раз. В пробах воздуха, почв и сточных вод были обнаружены более 200 разных химических соединений. Специалисты EPA оценили риск развития «химического» рака для живущих непосредственно в зоне котлована людей (230 взрослых и 134 ребенка) на уровне 10^{-2} , в ближайших окрестностях оцененные риски были на порядки ниже. Медицинские власти штата и EPA рекомендовали продолжить исследования и минимизировать влияние ВХВ на местных жителей. После этого городские власти устанавливали вокруг свалки трехметровый забор и заявили, что вне закрытой территории опасности нет.

В декабре 1978 года еще 54 семьи потребовали их переселить, но власти штата им отказали. В январе 1979 года Федеральная администрация по оказанию помощи пострадавшим от ЧС отклонила обращение штата Нью-Йорк о возмещении 22 миллионов долларов, потраченных на переселение жителей и очистку территории LC.

1979 год

В феврале губернатор штата объявил о компенсации 30 семьям расходов на временное переселение, если они предоставят медицинские подтверждения наличия врожденных аномалий развития у детей до двух лет или проблем с вынашиванием у беременных женщин.

В апреле Агентство по охране окружающей (EPA) среды выделило 4 миллиона долларов на реабилитацию территории LC.

Департамент здравоохранения штата по результатам анализа состояния здоровья жителей ближайших к месту захоронения домов²⁵ сообщил о повышенной частоте неблагоприятных исходов беременности.

В начале октября Верховный суд штата отклонил иск на 2,5 миллиарда долларов от 900 местных жителей.

В середине октября власти штата выделили средства 236 семьям, переехавшим из домов первой и второй линии, а также 130 семьям, временно эвакуированным из домов за пределами второй линии²⁶.

В конце октября после ознакомления с результатами исследования миграции химикатов за пределы закрытой забором территории подкомитет Палаты представителей США рекомендовал переселить еще 140 семей. После этого иски в суд подали 800 жителей на общую сумму 11 млрд. долларов.

В ноябре в отчете Министерства здравоохранения США сообщило, что частота онкологических заболеваний в LC в 10 раз выше общенационального уровня. В это время власти штата завершили работы по реабилитации территории, и объявили о возвращении жителей 110 домов за пределами второй линии.

1980 год

В феврале ЕРА обнаружило четыре вида канцерогенов в пробах воздуха из LC, а в мае сообщило об обнаружении хромосомных aberrаций, свидетельствующих о склонности к новообразованиям, у 23 из 36 обследованных жителей. Через два дня разъяренные жители закрыли на 6 часов в местном офисе ЕРА двух сотрудников и потребовали переселения еще 710 семей и объявления района зоной ЧС федерального уровня. Еще через 3 дня, 21 мая Президент Картер принял эти требования и во второй раз объявил режим ЧС федерального уровня и о временном переселении еще 710 семей²⁷.

В августе специалисты ЕРА обнаружили повышенное содержание цезия-137 в почве рядом со школой. К сентябрю 1980 года сумма исков от жителей выросла до 16 млрд. долларов.

В октябре врачи из созданного губернатором специального консультативного совета (Blue Ribbon Panel) публично раскритиковали низкий научный уровень проводимых ЕРА исследований по загрязнению окружающей среды и влиянию химикатов на здоровье жителей в районе LC и указывали на отсутствие достаточных оснований для выводов об ущербе здоровью. В это же время Президент Джимми Картер анонсировал свой запрос к Конгрессу на 3,8 млн. долларов для создания фонда по изучению здоровья жителей LC. Конгресс запрос отклонил.

В конце октября президент Картер во время поездки в LC подписал Всеобъемлющий акт о природоохранных мерах, компенсации и ответственности за ущерб окружающей среде (CERCLA). Ответственность за очистку и реабилитацию представляющих опасность хранилищ химических отходов на территории США была возложена на федеральное правительство (в лице ЕРА), для финансирования этих работ, включая переселение жителей LC, был создан Суперфонд.

1981 год

В июне Конгресс согласился выделить 0,95 млн. долларов на сокращенную программу медицинских исследований в LC. А через несколько дней медицинские власти штата сообщили, что частота рака легкого в загрязненном районе выше, чем в среднем по стране.

В октябре на общественных слушаниях, организованных общественной организацией Амичи, специалист по гидрогеологии под присягой свидетельствовал о расширении ареала химического загрязнения по направлению к реке Ниагара. После этого приглашенные адвокатами от штата Нью-Йорк и Белого дома гидрогеологи заявили, тоже под присягой, что нет свидетельств того, что площадь загрязненного участка увеличивается.

1982 год

В январе штат Нью-Йорк подал иск на 200 миллионов долларов к компании Hooker Chemical в связи с загрязнением реки Ниагара, а в феврале Министерство юстиции США приняло решение в пользу властей штата.

²⁵ Члены 236 эвакуированных семей в исследовании не участвовали.

²⁶ 49 семей с беременными женщинами и детьми до двух лет и 91 семья с медицинским подтверждением связи заболевания одного из членов семьи с химическим загрязнением района

²⁷ Позже из этих 710 семей 90 предпочтут остаться в своих домах.

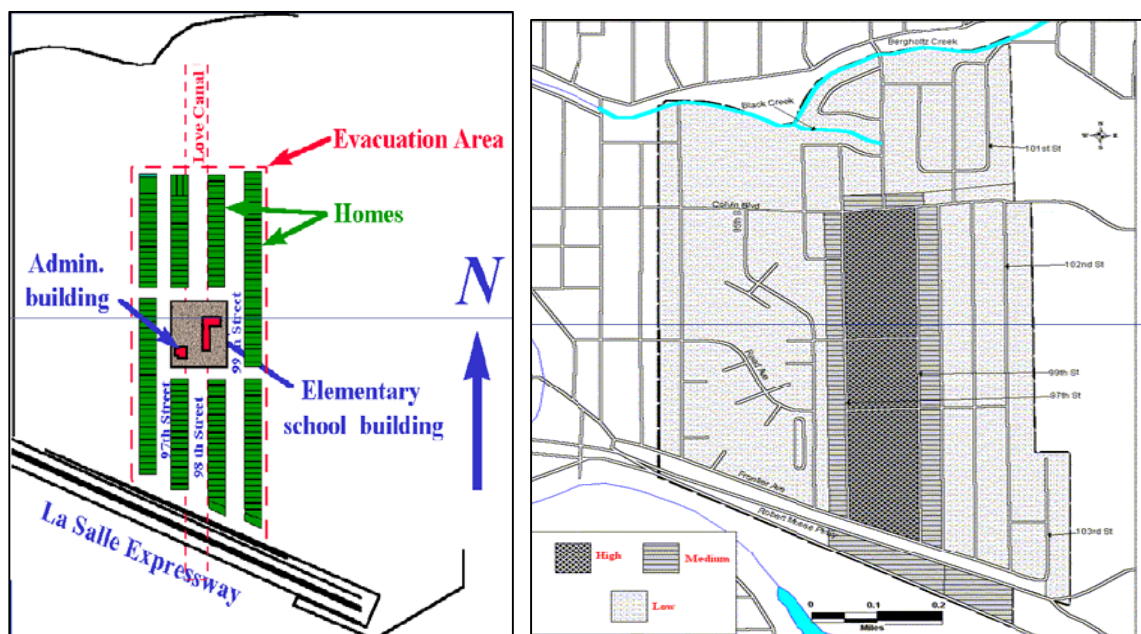


Рисунок 4 – Зона эвакуации жителей в 1979 году [80] (слева), зонирование территории в 1982 году [81] (справа)

В июне начались работы по ликвидации 227 домов 1 и 2 линии. В середине июля ЕРА подтвердило высокие уровни загрязнения диоксином домов в зоне среднего загрязнения; дома в зоне слабого загрязнения были признаны пригодными для проживания (рис. 4б).

1983 год

В апреле Фонд экологической защиты обобщил результаты трехлетних исследований когорты из 563 детей из домов 1 и 2 линии, и сделал вывод, что вдыхание детьми ВХВ замедлило их физическое развитие. В следующем месяце в отчете Центра по контролю заболеваемости в штате Атланта говорилось, что частота хромосомных аберраций у 46 жителей LC не отличается от среднего уровня у 50 жителей соседних незагрязненных территорий штата Нью-Йорк. В сентябре были опубликованы данные четырехлетних наблюдений за популяцией мышей, проживающей на загрязненной ВХВ территории, где было показано, что при наличии признаков химического отравления продолжительность жизни у мышей сокращается.

В мае ЕРА признало, что опубликованные в 1982 году выводы об опасных уровнях загрязнения в домах за пределами второй линии, не имели под собой достаточного научного обоснования, для чтобы сделать вывод о возможности безопасного проживания в зоне среднего и слабого загрязнения потребуется еще не менее 5 лет.

В октябре компания Hooker Chemical согласилась выплатить в досудебном порядке 20 млн. долларов в качестве компенсации за загрязнение. Из этой суммы 1 млн. долларов был направлен на создание медицинского траста для пожизненного наблюдения за 1336 жителями LC.

1984 год и позже

В 1984 году ЕРА и корпорация Occidental Chemical Corp., владевшая Hooker Chemical с 1968 года, договорились о реабилитации загрязненного участка и защитных мерах в отношении питьевой воды в городе Ниагара-Фоллс. В зоне опасного загрязнения площадью 65 000 м² был сооружен защитный купол из мощного слоя глины и установлен забор высотой 2,4 метра. Для мониторинга были оборудованы более 200 контрольных колодцев (рис. 5) [82,83].

В 1988 году Департамент общественного здоровья штата по результатам 5-летнего исследования здоровья жителей LC пришел к выводу, что проживание людей вне ограниченного забором периметра так же безопасно, как проживание в любом другом месте города Ниагара-Фоллс.

В дальнейшем покинутые жителями и выкупленные властями штата дома за забором были реконструированы. Обновленный район назвали Black Creek Village. В 1990-х почти все дома в нем были проданы с большой скидкой [84].

В июле 1994 году Occidental Chemical Corp. согласилась выплатить в досудебном порядке 98 млн. долларов властям штата Нью-Йорк. В судебном производстве в это время находились 690 исковых требований по ущербу здоровью, истцы должны были доказывать причинно-следственную связь заявленных нарушений здоровья с химическим загрязнением [85].



Рисунок 5 – Место захоронения химических отходов после реабилитации, фотографии 2016 года [82]

В 1995 году химическая корпорация выплатила федеральному правительству 129 млн. долларов по иску о возмещении затрат на реабилитацию LC.

В 1996 году Департамент здравоохранения штата Нью-Йорк инициировал еще одно исследование различных показателей здоровья жителей LC. В изучаемую когорту были включены 6181 жителей. Министрство здравоохранения США²⁸ выделило на эти работы 3 миллиона долларов.

В 2004 году EPA объявило о завершении реабилитационных работ в LC и исключило район из федеральной программы Суперфонда [81].

В 2009 году Департамент здравоохранения штата опубликовал результаты анализа показателей популяционного здоровья за период 1978-1996 гг. Повышенного уровня общей смертности не было выявлено [84]. Стандартизованные показатели отношения выявленной заболеваемости к фоновому уровню (SIRs) в изучаемой когорте были выше «1» для рака мочевого пузыря и почек, но из-за малых размеров выборки эти результаты нельзя было считать статистически достоверными [86].

В конце 2016 года, через 38 лет после объявления первой ЧС, в Верховном суде штата в производстве оставались 18 исковых требований от 1000 с лишним жителей, вернувшихся в свои дома после временной эвакуации [81]. Судебные слушания, проводившиеся в конце октября 2016 года в городе Локпорт, в очередной раз показали, насколько остро реагируют жители на любые попытки суда отклонить хотя бы единичные требования [87].

4.2.2 Восприятие риска и позиции властных элит

В течение года до объявления первой ЧС власти штата Нью-Йорк принимали решения по защитным мерам, ориентируясь в основном на общественное восприятие риска.

Каких-либо объективных свидетельств токсического или канцерогенного действия на здоровье населения LC не было, но поднявшиеся на поверхность потерявшие герметичность контейнеры с отходами, сильный запах, разноцветные пятна на стенах подвалов и другие признаки химического загрязнения вызвали у жителей вполне естественную реакцию – люди хотели уехать в более безопасное место. В ближайших к месту захоронения домах жили рабочие семьи, и у них не было средств на самостоятельное переселение. Группа обеспокоенных родителей стала активно требовать у местных властей помощи. В ответ власти начали гидрологические исследования.

Через некоторое время в виду растущего внимания со стороны федеральных СМИ и политиков власти штата выделили 0,5 млн. долларов на медицинские исследования. До начала нового учебного года

²⁸ U.S. Department of Health and Human Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

закрыли школу и помогли семьям с беременными женщинами и детьми переселиться из домов 1 и 2 линии. Эти решения получили поддержку на федеральном уровне.

После сообщения EPA о недопустимо высоком содержании химикатов власти штата огородили зону загрязнения забором и начали его реабилитацию. Соседние районы за забором были объявлены безопасными. Власти штата приняли твердое решение больше не расширять зону ЧС.

Летом 1979 года медицинские власти штата обнародовали результаты первого обследования жителей LC. Токсическое воздействие на здоровье не было выявлено. Женщины LC, вспоминая свои беременности, чаще жаловались на осложнения по сравнению со средним многолетним уровнем по штату²⁹. Мнения элит разделились. В интерпретации медицинских властей это подтверждало опасность для здоровья. Губернатор и Верховный судья штата расценили это результат как свидетельство высокого уровня безопасности женщин LC. Верховный суд штата отклонил все иски о вреде здоровью от жителей домов за пределами закрытой зоны³⁰, а в ноябре 1979 года губернатор объявил, что временно эвакуированные семьи могут безопасно вернуться в свои дома.

Зато на федеральном уровне медицинские и природоохранные элиты встретили полную поддержку: в октябре 1979 года Палата представителей США рекомендовала переселить еще 140 семей из домов вне огороженной зоны.

В конце декабря 1979 года EPA от имени федерального правительства подало четыре судебных иска против «загрязнителя» – крупнейшей в США химической корпорации Occidental Petroleum Corporation и ее дочерней компании Hooker Chemical Co, – и потребовало компенсировать все затраты на очистку свалки в LC [88]. Чтобы заставить «загрязнителя» платить, медицинские и природоохранные власти федерального уровня не стеснялись «сгущать краски». Игнорируя недостаточную статистическую мощность полученных результатов, специалисты EPA пришли к выводу о повышенном уровне онкологической заболеваемости и цитотоксических эффектах у жителей LC. Утечка³¹ этих данных в СМИ привела к острым протестам населения и повторному объявлению ЧС. В этой ситуации федеральные власти взяли на себя ответственность за обеспечение безопасности жителей, очистку и реабилитацию загрязненных территорий, причем не только в LC, но и в других местах захоронения химических отходов. Из федерального бюджета были выделены средства на создание Суперфонда. В результате площадь зоны загрязнения в LC увеличилась на порядок, а вернувшиеся из эвакуации жители снова стали подавать иски о компенсации вреда здоровью.

Власти штата проводили свою независимую линию до 1981 года. В 1980 году созданный губернатором консультативный совет публично раскритиковал низкий научный уровень проводимых EPA исследований и указал на отсутствие достаточных оснований для выводов об ущербе здоровью за пределами зоны первоначального отселения. Но в 1981 году медицинские власти штата, получив финансирование по федеральной программе Суперфонда, публично озвучили вывод о повышенной частоте рака легкого в LC. Выступив единым фронтом, власти штата и федеральные власти быстро заставили «загрязнителя» платить. «Побочные эффекты» этой стратегии в виде судебных исков от 1000 временно эвакуированных жителей LC власти сочли незначительными.

В 1988 году медицинские власти штата заявили, что проведенной после реабилитации домов за пределами закрытой зоны, проживание в них безопасно. Но об отсутствии статистически значимых отклонений в показателях здоровья жителей LC в период 1979-1984 гг. власти заявили только в 1996 году, когда загрязнитель выплатил все. После этого сбор доказательной базы продолжался еще 10 лет, и в 2009 году вывод был подтвержден для периода 1979-1996 гг. Но отклонить на этом основании судебные иски о компенсации вреда здоровью властям не удалось. Этому активно сопротивляется хорошо организованная Ассоциация домовладельцев Лав Канал³². В США история LC стала национальным символом «безответственного отношения к будущим поколениям» [90]

²⁹ Позже такой же результат дало сравнение с контрольными районами.

³⁰ Семьям, предоставившим медицинское заключение о связи проблем со здоровьем с химическим загрязнением, власти штата компенсировали расходы на временную эвакуацию.

³¹ По мнению сотрудников EPA утечка была непреднамеренной [89]

³² В июне 1978 году местная жительница Лойс Гибс возглавила группу Движение родителей Лав Канал (the Love Canal Parents Movement). Позже состав группы вырос, и она была переименована в Ассоциацию домовладельцев Лав Канал (Love Canal Homeowner's Association) [78]. Протесты жителей LC стали национальным телехитом еще в 1978 году. Жители требовали отселить их, чтобы защитить детей. Зачастую они прибегали к провокационным методам, например, сжигали кукол, изображавших президента Картера, его жену и детей. Американские тележурналисты называют это противостояние самой культовой экологической батальей в США [89].

4.3 Обсуждение

Посмотрим, что отличает управленческие решения по радиационному и химическому риску.

Три-Майл-Айленд. К первой годовщине аварии властные элиты согласились, что уровни аварийного облучения населения были ниже безопасных пределов и формально признали, что выявить статистически значимые отклонения в показателях здоровья населения будет невозможно. Тем не менее, в радиусе 5 миль были организованы медико-эпидемиологические исследования с целью получения уточняющих данных, на основании которых суд будет решать, бы ли нанесен ущерб здоровью граждан. На федеральном уровне сбор доказательств вредного воздействия продолжался 17 лет, после этого иски были отозваны и публично не рассматривались. Вопрос об ущербе здоровью в диапазоне сверхмалых доз остался открытым.

Love Canal. Когда объявили ЧС в августе 1978 года, специалисты не могли предоставить властям научно-обоснованных оценок риска из-за недостатка данных для идентификации опасности и оценки экспозиции, а также из-за недостатка знаний об эффектах действия ВХВ на человека³³.

В условиях дефицита научных знаний о риске решение властей о вмешательстве можно считать оправданным. Власти штата организовали медико-эпидемиологические исследования. Не дожидаясь результатов, они превентивно отселили 236 семей, закрыли доступ в загрязненную зону и провели там очистку. Федеральные власти поддержали эти решения. Однако уже через год мнения разделились. Основываясь на том, что по данным медицинской статистики выявить ущерб здоровью невозможно, власти штата объявили химические риски за пределами закрытой зоны приемлемыми, и публично отклонили все иски о возмещении вреда здоровью от временно эвакуированных жителей. На федеральном уровне, напротив, риски объявили неприемлемыми и расширили меры вмешательства. Спустя два года власти штата перешли на позицию федеральных властей, и суд штата вновь стал принимать иски о возмещении вреда здоровью.

После того, как «загрязнитель» выплатил все назначенные федеральными судьями компенсации, медицинские власти признали отсутствие статистически значимых негативных отклонений в показателях здоровья жителей LC. На этом основании судебные власти штата с 2009 года проводят открытые слушания по искам и пытаются их отклонить, но сделать это пока не удается из-за острой реакции населения.

Таким образом, в отличие от ситуации с радиационным риском подход властей к управлению химическим риском был более прагматичным – когда считали нужным, власти принимали решения, опираясь на научно-обоснованный риск-ориентированный подход.

В обоих случаях решения принимались в условиях сильной обеспокоенности жителей за здоровье потомства, падения доверия населения к органам государственного регулирования и специалистам, высокой протестной активности на местном и национальном уровнях. В обоих случаях решения имели политическую значимость и могли повлиять на национальную энергетическую / промышленную политику. Однако в ситуации ТМІ властным элитам оказалось существенно сложнее принять риск-ориентированный подход к радиационному риску. Это, видимо, связано с исторически сложившимся восприятием радиационной опасности обществом в целом, включая представителей власти.

5 Выводы

Масштаб превентивных защитных мер, проводившихся властями штата в острый период аварии на ТМІ, был избыточным только по отношению к актуальным на тот момент рекомендациям NRC. Ретроспективно можно сказать, что проводившиеся тогда контрмеры соответствуют современным требованиям к организации радиационной защиты населения при угрозе масштабного выброса радиоактивности.

Жители Пенсильвании первыми столкнулись с угрозой масштабного выброса из аварийного реактора АЭС. Несмотря на новизну ситуации и достаточно широкое распространение в американском обществе гипертрофированного страха перед аварией на реакторе АЭС, эвакуационное поведение населения в целом соответствовало картине, наблюдаемой при объявлении властями превентивной эвакуации в связи с угрозой разрушительного стихийного бедствия. Массовый отъезд жителей из 25-км зоны в первые дни аварии был обусловлен размерами «зоны риска» и характером объявленной властями опасности (взрыв).

Демографические последствия аварии на ТМІ были незначимыми, что типично для природных ЧС с превентивной эвакуацией и отсутствием физических последствий («ложная тревога»).

³³ Влияние некоторых ВХВ изучалось только на животных.

Последствия для экономики региона были кратковременными и определялись в основном масштабом и кратковременным характером добровольной эвакуации. Общая сумма выплат за нанесенный аварией экономический ущерб составила 71 млн. долларов, что сопоставимо со средними оценками ущерба от добровольной эвакуации в случае урагана 1-3 класса опасности.

После аварии на ТМІ социальная активность населения в регионе резко возросла, но к значимым политическим последствиям на уровне региона это не привело. Такое развитие общественной реакции часто встречается при ЧС природного характера.

Хотя авария на ТМІ и сыграла свою роль, но не она была ключевым фактором, затормозившим развитие атомной генерации в США.

Общая картина психологических последствий аварии на ТМІ также была сходной со стихийными бедствиями, включая психосоматические эффекты.

В отличие от ситуации «ложной тревоги» социальные отношения в местных сообществах развивались по типу техногенной аварии с хроническим загрязнением окружающей среды. Социальная напряженность среди местных жителей

- возникла на почве поляризации мнений относительно тяжести нанесенного аварией ущерба,
- затронула все сферы общественной жизни, связанные с аварией, работами на аварийном блоке и перезапуском атомной станции,
- носила долговременный характер.

Длительное сохранение конфликтной ситуации было обусловлено неопределенной позицией властей по вопросу о тяжести вреда здоровью, нанесенного аварийным облучением.

Хотя к моменту аварии о действии радиации на человека науке было известно больше, чем о каком-либо другом техногенном факторе, власти оказались не готовы принять научно-обоснованную оценку риска и признать, что фактически радиация не нанесла вред здоровью населения.

До аварии у властей не было готовых алгоритмов принятия решений по защите населения после тяжелой аварии на АЭС. Но был гипертрофированный страх перед радиационной опасностью. В итоге в течение 20 лет власти не могли перейти на научно-обоснованную позицию, но и других подходов, позволяющих устранить конфликтную ситуацию в местных сообществах, не нашли.

В случае химического загрязнения селитебной зоны в районе Лав Канал в соседнем штате Нью-Йорк готовых алгоритмов принятия решений также не было. Но у властей не было и особого отношения к химической опасности. Властные элиты в конце концов публично признали отсутствие вреда здоровью жителей.

Особое восприятие радиации лицами, принимающими решения, принципиально отличает ситуацию управления рисками после ЧС радиационного и химического характера и создает объективные предпосылки для развития неадекватного социального ответа даже в случае пренебрежимо малого радиационного риска.

6 Список литературы

1. Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Стратегия реабилитации. Отчет экспертной миссии по заказу ПРООН и ЮНИСЕФ при поддержке УКГД ООН и ВОЗ. – Нью-Йорк-Минск-Киев-Москва. 2002, 94 с.
2. Последствия облучения для здоровья человека в результате Чернобыльской аварии. Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации. Научное приложение D к Докладу НКДАР ООН 2008 года Генеральной Ассамблее ООН. – Нью-Йорк, 2012, 173 с.
3. Большов Л.А., Арутюнян Р.В., Линге И.И. Чернобыльская катастрофа. Итоги и проблемы преодоления ее последствий в России. 1986–1999. – М.: ИБРАЭ РАН, 1999, 36 с.
4. Arutyunyan R.V., Linge I.I., Melikhova E.M. Socioeconomic and Psychological Consequences of Large Radiation Accidents: Russian Experience. // – In book: Social and Psychological Effects of Radiological Terrorism. Ed. by I. Khripunov, L. Bolshov, D. Nikonov. NATO Science for Peace and Security Series. E: Human and Societal Dynamics. 2007, V. 29, pp.65-75.

5. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Линге И.И., Мелихова Е.М., Панченко С.В. Уроки Чернобыля и Фукусимы и актуальные проблемы совершенствования системы защиты населения и территорий при авариях на АЭС. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2016. №3. с.36-51
6. Bromet E.J. Emotional Consequences of Nuclear Power Plant Disasters. // Health physics. 2014. V.106 No.2 pp. 206-210
7. Myths and Realities of Household Disaster Response. – In book: Lindell M. K., Prater C. S., Perry R. W. Fundamentals of Emergency Management. Academic Emergency Management and Related Courses (AEMRC) for the Higher Education Program, Chapter 8. <http://training.fema.gov/hiedu/aemrc/booksdownload/fem/>
8. Norris F. H. Methods for Disaster Mental Health Research. Guilford Press, 2006. 326 p.
9. Mileti D.S., Hartsough D.M., Madson P., Hufnagel R. The Three Mile Island Incident: a Study of Behavioral Indicators of Human Stress. // Int. Journal of Mass Emergencies and Disasters, 1984, pp. 90-113. <https://training.fema.gov/hiedu/downloads>
10. Flynn C.B., Chalmers J. A. The social and economic effects of the accident at Three Mile Island. Findings to date. January 1980. Topical Report prepared for Division of Safeguards, Fuel Cycle and Environmental Research Office of Nuclear Regulatory Research U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC Contract No. NRC-04-78-192, 99 p.
11. Backgrounder on the Three Mile Island Accident at the U.S. NRC official website <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/3mile-isle.html>
12. Battist L., Peterson H.T. , jr. Radiological consequences of the Three Mile Island Accident. Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., U.S.A. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/12/575/12575453.pdf
13. Report of the President's Commission on the accident at Three Mile Island: the need for change. The legacy of TMI. Washington: U.S. Govt. Print. Off., 1979. 201 p.
14. Report of the Governor's Commission on Three Mile Island. Presented to honorable Dick Thornburg, Governor. Commonwealth of Pennsylvania. Feb. 26, 1980. 211 p.
15. Cutter S., Barnes K. Evacuation behavior and Three Mile Island. // Disasters. 1982. Vol.6, No. 2, pp.116-124
16. Stallings R.A. Evacuation behavior at the Three Mile Island. – Int. J. of Mass Emergencies and Disasters, 1984. <https://www.training.fema.gov>
17. Hurricane Elena, Gulf Coast, August 29-September 2, 1985. National Research Council (U.S.). Committee on Natural Disasters National Academies, // Nature, 1991, No.1. p.38
18. Baker E. J. Hurricane evacuation behavior. // Int. Journal of Mass Emergencies and Disasters. 1991. V. 9. No. 2, pp. 287-310
19. Tierney K.J., Lindell M.K., Perry R. W. Facing the Unexpected: Disaster Preparedness and Response in the United States. November 2000. <http://www.researchgate.net/publication/248555778>
20. Quarantelli E. L. Radiation Disasters: Similarities to and Differences from other Disasters. // Preliminary Paper, University of Delaware Disaster Research Center. 1990. No. 153. <http://udspace.udel.edu>
21. Hazard, Vulnerability, and Risk Analyse. - In book: Lindell M. K., Prater C. S., Perry R. W. Fundamentals of Emergency Management. Academic Emergency Management and Related Courses (AEMRC) for the Higher Education Program, Chapter 6. <http://training.fema.gov/hiedu/aemrc/booksdownload/fem/>
22. Talbott E., Youk A., McHugh K.P. et al. Mortality among the Residents of the Three Mile Island Accident Area: 1979-1992.// Environmental Health Perspectives. 2000. V.108, No.6, pp. 545-551
23. Rogovin M., Frampton G.T., jr. Three Mile Island. A Report to the commissioners and to the Public. NUREG/CR-1250 V. 2. 1980
24. Lerner K., Tanzman E. Making Victims Whole: Compensation of Nuclear Incident Victims in Japan and the United States. // N.Y.U. Journal of Legislation & Public Policy. 2014. V.17. No.2, pp.543-594. <http://www.nyuylpp.org/wp-content/uploads/2014/07/Lerner-Making-Victims-Whole-17NYUJLPP2.pdf>
25. The Price-Anderson Act and the Three Mile Island Accident. Presentation of Winston and Strawn LLP at the IOECD/NEA Workshop Nuclear Damages, Liability Issues, and Compensation Schemes. 2013
26. Psychological consequences of disasters. Prevention and management. World Health Organization. Division of mental health. WHO/MNH/PSF/91.3. Rev.1 Geneva 1992. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/58986/1/WHO_MNH_PSF_91.3_REV.1.pdf
27. Walker J. S. Three Mile Island: a nuclear crisis in historical perspective. The University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California 2004. <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/three%20mile%20island.pdf>
28. Giugni M. Social Protest and Policy Change: Ecology, Antinuclear, and Peace Movements in Comparative Perspective. - Rowman and Littlefield. Political Science. 2004, p.45
29. Koomey J., Hultman N. No, the Three Mile Island Accident in 1979 was not a major cause of US nuclear power's woes. // On-line post of Jun 25, 2011 at <https://thinkprogress.org/>

30. US Energy Information Administration, Operating and maintenance costs for nuclear power plants in the United States. // *World Energy Outlook 1994*, p.41
31. Kitschelt H.P. Political opportunity structures and political protests: antinuclear movements in four democracies. // *British Journal of Political Sciences*. 1986. V. 16, No.1 pp. 57-85
32. U.S. anti-nuclear activists campaign against restarting Three Mile Island nuclear generator. 1979 - 1985. Published on Global Nonviolent Action Database <http://nvdatabase.swarthmore.edu>
33. Nuclear power plant operations 1957-2011, table 9.2. US Energy Information Administration. 2012. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.php?t=ptb0902>
34. Lewis F.W. Nuclear Regulation after Three Mile Island. // *Progress in Nuclear Energy*, 1981. V. 7, pp. 103-109
35. Norris F.H., Friedman M.J., Watson P.J. et al. 60,000 disaster victims speak: Part I. an empirical review of the empirical literature, 1981-2001. // *Psychiatry*. 2002. V. 65 No.3, pp. 207-39
36. Lock S., Rubin G.J., Murray V. et al. Secondary stressors and extreme events and disasters: a systematic review of primary research from 2010-2011. *PLOS Currents Disasters*. 2012. Online publication at <http://currents.plos.org/disasters/article/dis-12-0013-secondary-stressors-and-extreme-events-and-disasters-a-systematic-review-of-primary-research-from-2010-2011/>
37. M. Gibbs, K.Montagnino. Disasters. A Psychological Perspective. Online publication at <https://ru.scribd.com/document/281905437/Gibbs-Psychology>
38. Understanding the Psychological Consequences of Traumatic Events, Disasters, and Terrorism. – In book: *Preparing for the psychological consequences of terrorism: a public health strategy*. Committee on Responding to Terrorism, Board on Neuroscience and Behavioral Health; Ed. By Buttler A.S., Panzer A.M., Goldfrank L.R. – The National Academy Press. Washington, D.C., 2003. 184 p. www.nap.edu
39. Myers D., Wee D. *Disaster mental health services: a primer for practitioners*. – Brunner-Routledge, Taylor & Francis Group. New York. 2005. <http://www.brunner-routledge.com>
40. Phifer J.F. Psychological distress and somatic symptoms after natural disaster: differential vulnerability among older adults. // *Psychol Aging*. 1990. No.5, pp. 412-420
41. Escobar J.I., G. Canino, M. Rubio-Stipec, M. Bravo. Somatic symptoms after a natural disaster: a prospective study. // *Am. J. Psychiatry*. 1992. No.149, pp. 965-967
42. Logue J. N., Hansen H., Struening E. Some Indications of the Long-Term Health Effects of a Natural Disaster. // *Public Health Reports*. 1981. V. 96, No.1, pp. 67-79
43. Bland, S.H., O'Leary, E.S., Farinano, E., Jossa, F., & Trevisan, M. (1996). Long-term psychological effects of natural disasters. *Psychosomatic Medicine*, 58, 18-24.
44. Green B.L. Assessing levels of psychological impairment following disaster. // *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1982. No. 170, pp.544-552
45. Solomon S.D., Green B.L. Mental health effects of natural and human-made disasters. // *PTSD Research Quarterly*. 1992. V.3, No. 1, pp.1-2. <https://www.ptsd.va.gov/professional/newsletters/research-quarterly/v3n1.pdf>
46. Fabrikant J.L., The effects of the accident at Three Mile Island on the mental health and behavioral responses of the general population and nuclear workers. // *Health Phys*. 1983. No. 45, pp.579-586
47. Baum A., Fleming I. Implications of psychological research on stress and technological accidents. // *Am. Psychologist* 1993. No. 48, pp. 665-672
48. Green B.L. Psychological responses to disasters: conceptualization and identification of high-risk survivors. // *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 1998. V. 52, pp.25-31
49. Wing S. Objectivity and Ethics in Environmental Health Science. // *Environmental Health Perspectives*. 2003. V. 111, No. 14, pp. 1809-1818
50. Baum A. Stress, intrusive imagery, and chronic distress. // *Health Psychology*, 1990, V.9, pp.653-675
51. Dew M.A., Bromet E.J., Schulberg H.C. et al. Mental health effects of the Three Mile Island nuclear reactor restart. // *Am. J. Psychiatry*. 1987, V.144, No.8, pp. 1074-1077
52. Van den Berg B., Grievink L., Yzermans J., Leuret E. Medically Unexplained Physical Symptoms in the Aftermath of Disasters. // *Epidemiol Rev*. 2005. No.27, pp.92–106
53. Hall M. J., Norwood A. E., Ursano R. J., Fullerton C. S. Psychological and behavioral impacts of bioterrorism. // *PTSD Research Quarterly*. 2002. V.13. No.4, p.8
54. Flint C.G., Luloff A.E. Natural resource-based communities, risk, and disaster: an intersection of theories, society and natural resources. // *Society and Natural Resources*. 2005. V.18, No.5, pp.399-412 DOI: 10.1080/08941920590924747
55. Cline R., Meluch A. Disasters and Communication about Health. // Online Publication at <http://communication.oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780190228613.001.0001/acrefore-9780190228613-e-117>. Aug 2016 DOI:10.1093/acrefore/9780190228613.013.117

56. Ritchie L. A. Enhancing disaster resilience through evaluation: exploring perspectives and opportunities. Evaluation Café, February 1, 2006. <https://wmich.edu/sites/default/files/attachments/u58/2014/cafe-ritchie-slides.pdf>
57. Dow P. K., Cutter S.L. Crying wolf: repeat responses to hurricane evacuation orders. // Coastal Management, 1998, V.26. No.4, pp.237-252
58. McCaughey J.W., Mundzir I., Patt A. et al. Societal acceptance of unnecessary evacuation. // Geophysical Research Abstracts. V.19, EGU2017-7148, 2017, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-7148.pdf>
59. Fischhoff B., Slovic P., Lichtenstein S. et.al. How Safe is Safe Enough? A Psychometric Study of Attitudes towards Technological Risks and Benefits. //Policy Sciences, 1978. No.9, pp. 127-152
60. Cutter S.L. Risk Cognition and the Public: The Case of Three Mile Island. // Environmental Management, 1984. V. 8, No.1, pp. 15-20
61. Fabrikant J.L., Health effects of the nuclear accident at Three Mile Island. May 1980. Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract W-740S-ENG-48. Presented, as invited speaker, at the conference on environmental regulation of the nuclear industry: A new decade. Atomic industrial forum, San Francisco, CA, May 18-21, 1980. <https://tmi2kml.inl.gov/Documents/>
62. Radiation and Health Effects. A Report on the TMI-2 Accident and Related Health Studies. Published by GPU Nuclear Corporation. Middletown, PA (United States). 1986, p.48 (INIS-XA-N--086). IAEA. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/35/095/35095697.pdf
63. Follow-up studies on biological and health effects resulting from the Three Mile Island nuclear power plant accident of March 28, 1979. Committee on Federal Research into the Biological Effects of Ionizing Radiation: NIH Publication No. 79-2065. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Washington, D.C., 1979
64. Ad hoc population dose Assessment Group: Population dose and health impact of the accident at the Three Mile Island nuclear station. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1979, p. 3. <https://babel.hathitrust.org/>
65. Walsh E.J. Challenging official risk assessments via protest mobilization: the TMI Case. – In book “The social and cultural construction of risk: essays on risk selection and perception”. Ed. Johnson B.B., Covello V. Reidel Publishing. 1987, pp. 85 - 101
66. Lach D., Bolton P., Durbin N., Harty R. Lessons learned from the Three Mile Island-unit 2. Advisory Panel. 1994. NUREG/CR-6252 PNL-9871 BSRC-800/94/
67. A Chronology of health problems related to Three Mile Island. 02/01/2009. On-line publication at Three Mile Island Alert web-site <http://www.tmia.com/healthchronology>
68. Settlement of medical claims. GPU Nuclear Memorandum. 7 February 1985. <https://ru.scribd.com/doc/158526327/Settlement-of-Medical-Claims>
69. Payout at Three Mile Island. // New Scientist. 28 Feb. 1985, Vol. 105, No. 1445, p. 5
70. Crable A. TMI health lawsuits finally end. Online publication at Lancaster Online of Dec 27, 2002. <http://lancasteronline.com/>
71. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP, 1977. <http://www.icrp.org>
72. Institute of Medicine (US). Committee for review and evaluation of the medical use program of the Nuclear Regulatory Commission. Ed Gottfried K.L.D., Penn G. Washington (DC): National Academies Press (US); 1996. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232710/#top>
73. Fabrikant J. I. Risk estimation and decision-making: The health effects on populations of exposure to low levels of ionizing radiation. // Pediatric dentistry: 1982. V. 3, Special issue No. 2 on Radiology Conference, pp. 400 – 413. www.aapd.org/assets/1/25/Fabrikant-03-S2.pdf
74. The Radiation and Public Health Project web-site <http://radiation.org>
75. History of disaster at Love Canal. Chronology of events. 1836-1984. Prepared by Ecumenical Task Force on <http://library.buffalo.edu/speciaollections/lovecanal/about/chronology.php>
76. Бакуменко В.Д. Тенденции и факторы влияния трансформаций государственного управления на принятие государственно-управленческих решений. // Государственное управление. Электронный вестник. № 11, 2007. с. 1- 8. <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-i-factory-vliyaniya-transformatsiy-gosudarstvennogo-upravleniya-na-prinyatie-gosudarstvenno-upravlencheskih-resheniy>
77. Zaremba M.A. What is Love Canal and Why is it Important. Online publication at the Online Ethics Center, <http://www.onlineethics.org/Resources/lcanal/timeline.aspx>. Added 04/07/2006, updated 01/11/2016
78. Gibbs L. M. History: Love Canal: the start of a movement. Published by Boston University School of Public Health at <https://www.bu.edu/lovecanal/canal/>
79. <http://library.buffalo.edu/specialcollections/lovecanal/collections/>
80. http://civil.engr.siu.edu/301I_Ray/images/loveblok.gif
81. http://www.health.state.ny.us/environmental/investigations/love_canal/5478sm.gif
82. Michael J., Hush Hush: the dark secrets of scientific research. Buffalo: Firefly Books, 2003, p.108.

83. Timeline: Love Canal Hazardous Waste Disaster. https://www.gilderlehrman.org/sites/default/files/inline-pdfs/LoveCanal_Timeline.pdf
84. Wald M.L. Out-of-Court Settlement Reached Over Love Canal. // The New York Times 22 June, 1994. <http://www.nytimes.com/1994/06/22/nyregion/out-of-court-settlement-reached-over-love-canal.html>
85. Gensburg L. J., Pantea C., Fitzgerald E., Stark A., Hwang S., Kim N. Mortality among former Love Canal residents. // Environ Health Perspect. 2009. V.117, pp. 209–216. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11350>
86. Gensburg L.J., Pantea C., Kielb C., Fitzgerald E., Stark A., Kim N. Cancer Incidence among former Love Canal residents. // Environ Health Perspect. 2009. V.117, pp. 1265–1271. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.0800153>
87. Williams J. Love Canal lawsuits continue 40 years later. News 4 Anchor, October 31, 2016. WIVB News 4 Buffalo, NY. Online publication at <http://wivb.com/2016/10/31/love-canal-lawsuits-continue-40-years-later/>
88. U.S. Sues Hooker Chemical at Niagara Falls, New York. EPA press release - December 20, 1979. – In EPA’s Web Archive. <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/us-sues-hooker-chemical-niagara-falls-new-york.html>
89. A.C. Revkin. Love Canal and Its Mixed Legacy. Retro Report. // The New York Times. November 25, 2013
90. S.H. Verhovek. After 10 Years, the Trauma of Love Canal Continues. // The New York Times, August 5, 1988. Retrieved 2008-07-29