

УДК: 621.039.58.

АНАЛИЗ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА – 1» 11 МАРТА 2011 ГОДА: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПРИНЦИПЫ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ, СРАВНЕНИЕ С АВАРИЕЙ НА ЧАЭС

Гареева Алина Зуфаровна, Антонов Сергей Иванович

Кафедра дерматовенерологии и безопасности жизнедеятельности

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Авария на атомной электростанции «Фукусима – 1», произошедшая 11 марта 2011 года, стала одной из самых значительных и трагических событий в истории ядерной энергетики. **Цель исследования** – изучения причин и масштаба аварии, оценка медицинского обеспечения граждан. **Материал и методы.** Статья написана на основе сбора и анализа литературных данных, научных статей и нормативной документации. **Результаты.** Ситуация на «Фукусиме» оказалась менее трагичной в плане масштабов выбросов – общий объем радиоактивных выбросов составляет около 10% от чернобыльских. **Выводы.** Обе трагедии подчеркивают важность комплексного подхода к ядерной безопасности, учета человеческого фактора и международного сотрудничества. Уроки, извлеченные из этих событий, остаются актуальными для безопасного использования ядерной энергетики в будущем.

Ключевые слова: ядерная катастрофа, авария, авария «Фукусима – 1», авария на ЧАЭС.

ANALYSIS OF THE ACCIDENT AT THE FUKUSHIMA – 1 NPP ON MARCH 11, 2011: CAUSES, CONSEQUENCES AND PRINCIPLES OF LIQUIDATION OF THE ACCIDENT, COMPARISON WITH THE ACCIDENT AT THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

Gareeva Alina Zufarovna, Antonov Sergey Ivanovich

Department Dermatovenereology and of Life Safety

Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction: The accident at the Fukushima – 1 nuclear power plant, which occurred on March 11, 2011, became one of the most significant and tragic events in the history of nuclear energy. **The aim of the study** is to study the causes and scale of the accident, to assess the medical provision of citizens. **Material and methods.** The article is based on the collection and analysis of literary data, scientific articles and regulatory documentation. **Results.** The situation at Fukushima turned out to be less tragic in terms of the scale of emissions — the total amount of radioactive emissions is about 10% of Chernobyl's. **Conclusions.** Both tragedies underline the importance of an integrated approach to nuclear safety, consideration of the human factor and international cooperation. The lessons learned from these events remain relevant for the safe use of nuclear energy in the future.

Keywords: nuclear disaster, accident, Fukushima – 1 accident, Chernobyl accident.

ВВЕДЕНИЕ

Катастрофа на АЭС «Фукусима – 1», случившаяся 11 марта 2011 года, стала одним из самых крупных и трагичных происшествий в мировой истории ядерной энергетики. Мощное землетрясение и последующее цунами привели к разрушению защитных систем станции, вызвав цепочку аварий на реакторах и утечку радиации в окружающую среду. Это событие оказало катастрофическое воздействие на Японию и вызвало международную тревогу относительно безопасности атомных станций.

Анализ фукусимской катастрофы позволил глубже осознать уязвимости в проектировании и эксплуатации ядерных объектов, а также оценить последствия инцидента для экологии и здоровья населения. Помимо непосредственных разрушений, авария привела к долговременным экологическим проблемам, связанным с загрязнением почв и вод, а также нанесла значительный ущерб местной экономике, заставив тысячи людей покинуть свои дома.

Катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции случилась 26 апреля 1986 года. Это самая крупная авария в истории атомной энергетики. Взрыв произошел в 4 – м энергоблоке, расположенном в 120 км от Киева – столицы Украины, тесно соседствующей с Белоруссией [1]

Цель исследования – изучение причин и масштаба аварии, оценка медицинского обеспечения граждан.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Статья написана на основе сбора и анализа литературных данных, научных статей и нормативной документации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Катастрофа на японской АЭС «Фукусима – 1» в марте 2011 г. – крупнейшая радиационная авария в мире после Чернобыльской АЭС. Осознание причин произошедшего и масштаба последствий этой катастрофы позволяет извлечь полезные уроки на будущее и выработать взвешенное отношение к дальнейшему развитию атомной энергетики с учетом рисков для жизни и здоровья людей. Следует отметить, что Япония, в отличие от СССР и России, которые полностью раскрыли причины, меры безопасности и прогноз последствий Чернобыльской аварии, крайне неохотно делится информацией об этой катастрофе [1]. Кроме того, стоит отметить, что степень прозрачности и готовности властей делиться информацией с населением и международным сообществом также различалась. В случае Японии акцент делался на предоставлении данных о текущем состоянии дел и предпринятых мерах по ликвидации последствий аварии, тогда как в Советском Союзе первоначальная реакция была направлена скорее на минимизацию паники и сокрытие истинного масштаба трагедии. Эти различия в подходах отражают не только культурные и политические особенности стран, но и эволюцию международных стандартов безопасности и информационной политики в области ядерной энергетики.

Авария на АЭС «Фукусима – 1» продемонстрировала, насколько высока вероятность реализации самого мрачного сценария в ядерной энергетике. Атомная станция подверглась практически одновременно воздействию двух природных факторов: рекордного по мощности землетрясения (магнитудой 9,1 балла по шкале Рихтера) и рекордной по высоте волны цунами. Эпицентр землетрясения находился в океане в 70 км от острова Хонсю на глубине 24 км, в 80 км восточнее территории, где расположена АЭС «Онагава», и в 150 км северо – восточнее от обеих АЭС «Фукусима – 1, – 2». Волна цунами вблизи АЭС превысила высоту 7 м [2]

Хронология начальных событий на АЭС «Фукусима – 1» следующая. 11 марта в 14:46 у побережья острова Хонсю на глубине 24 км произошло 9 – балльное землетрясение. О цунами объявлялось трижды: через 3, 28 и 44 мин после землетрясения. Организация оповещения была осложнена многочисленными разрушениями после землетрясения систем связи и отсутствием их электроснабжения. В 15:27 первая волна цунами ударила по атомной электростанции. Поврежден аварийный конденсатор первого энергоблока, предназначенный для охлаждения пара внутри резервуара под давлением. В 15:46 14 – метровая волна цунами превысила заграждающую дамбу, затопив сооружения АЭС «Фукусима – 1», вывела из строя резервные дизельные генераторы 1, 2 – го и 3 – го блоков (кроме одного, расположенного в своём здании на относительно высоком месте на первом цокольном этаже здания реактора № 6) и смыла топливные баки. В 18:00 уровень воды в первом реакторе понизился до вершин топливных стержней. В 19:03 премьер – министр Наото Кан объявляет 4 – й аварийный ядерный статус по Международной шкале ядерных событий INES (авария с локальными последствиями). В 19:30 топливные стержни первого реактора полностью показываются над поверхностью воды. В 21:23 Правительство Японии издаёт распоряжение об эвакуации людей в радиусе 3 км вокруг АЭС «Фукусима – 1» и о необходимости оставаться в помещениях для жителей 10 – километровой зоны. В 16:36 в связи с отказом системы охлаждения активной зоны ТЕРСО в соответствии с действующими правилами объявила о чрезвычайной ситуации на АЭС. В 05:30, несмотря на высокий риск воспламенения водорода вследствие реакции с кислородом, принимается решение сбросить пар, содержащий небольшое количество

радиоактивных веществ в защитную оболочку, чтобы ослабить давление внутри реактора 1 «Фукусимы – 1». В связи с закачкой свежей (пресной) воды в первом реакторе в 05:46 12 марта развитие повреждения корпуса реактора приостановилось. В 06:50 ядро первого реактора расплавилось и упало на дно корпуса реактора (в тот момент это было неизвестно). Для предотвращения разрушения контайнмента в 09:15 вручную был открыт на 25 % моторный клапан сброса парогазовой смеси из защитной оболочки в вентиляционную трубу. В 10:09 небольшое количество пара было сброшено в атмосферу для снижения давления в реакторе I блока «Фукусимы – 1». Около 15:36 произошёл взрыв в верхней части реакторного здания. Расчёты показывают, что в реакторе блока № 1 могло выделиться около 800 кг водорода. В результате взрыва крыша и внешние стены операционного зала в верхней части здания реактора, а также крыша здания переработки отходов были разрушены. 12 марта ТЕРСО признала отказы систем расхолаживания трёх из четырёх блоков АЭС. Из – за отсутствия охлаждения температура в активной зоне ректоров превысила 1800 о С. В результате термической диссоциации оставшаяся в активной зоне вода стала разлагаться на кислород и водород. По достижении предельного давления газов и взрывоопасной концентрации водородно – кислородной смеси произошёл взрыв, вызвавший разрушение конструкций, включая оболочку и защитный корпус реактора. Вследствие этого случился выброс в атмосферу радиоактивных нуклидов и значительное тепловое, газовое и химическое загрязнение окружающей среды. Началась массовая эвакуация населения из 20 – километровой зоны вокруг «Фукусимы – 1» (эвакуировано около 170 тыс. человек) и 10 – километровой зоны вокруг «Фукусимы – 2» (около 30 тыс. человек). [3]

Поврежденные внешние источники электроснабжения привели к отказу основных насосов системы охлаждения, а дизельные генераторы, обеспечивающие резервное питание, также вышли из строя из – за последующего цунами. Температура внутри реакторных зон начала резко повышаться, вызывая образование водорода и рост давления. Попытки снизить давление через клапаны оказались неэффективными, что привело к серии взрывов водорода в зданиях энергоблоков №1, №3 и №4. Взрывы значительно ухудшили состояние станции и вызвали утечку радиации в окружающую среду. В результате японским властям пришлось принять решение об эвакуации населения из зоны вокруг АЭС для минимизации риска воздействия радиации. Эти начальные события показывают, насколько важно постоянно мониторить и модернизировать системы защиты на атомных объектах, особенно в зонах высокого риска стихийных бедствий.

При эвакуации населения вблизи АЭС "Фукусима – 1" было допущено несколько ошибок, которые впоследствии стали предметом обсуждения и анализа:

Задержка с началом эвакуации: хотя землетрясение произошло 11 марта, массовая эвакуация началась лишь спустя несколько дней. Задержка привела к тому, что некоторые жители подверглись более длительному воздействию радиации. Недостаточная координация: Эвакуация проходила хаотично, без четкого плана и координации между различными уровнями власти. Это создало путаницу среди населения и затруднило организацию помощи. Неправильное направление эвакуации: Некоторые группы населения были направлены в районы, где уровень радиации оказался выше, чем предполагалось изначально. Это произошло из – за недостатка точной информации о распространении радиоактивных выбросов. Неадекватная информационная поддержка: Жители не всегда получали своевременную и точную информацию о необходимости эвакуации и возможных маршрутах отхода. Это вызвало панику и недоверие к властям. Проблемы с транспортом: Транспортные средства для эвакуации были предоставлены в недостаточном количестве, что затрудняло перемещение большого числа людей из опасных зон. Отсутствие четких инструкций для пожилых и больных: Особую сложность представляла эвакуация пожилых людей и пациентов медицинских учреждений, которым требовалась специальная помощь и транспортировка. Авария на Чернобыльской АЭС, произошедшая в 1986 году, стала результатом сочетания человеческих ошибок и системных недостатков реактора РБМК. В процессе проведения экспериментов на IV блоке наблюдались значительные нарушения технологических

процессов, что привело к мощному взрыву. Находившаяся на месте происшествия команда не была должным образом подготовлена к таким инцидентам, а отсутствие эффективной системы предупреждения о возможных авариях усугубило ситуацию.

В отличие от Чернобыля, авария на «Фукусиме – 1», произошедшая в 2011 году, была спровоцирована природными катастрофами — сильным землетрясением и последовавшим цунами, которые превышали проектные параметры безопасности станции. Это привело к серьёзным повреждениям системы охлаждения и отключению электричества, в результате чего произошло повреждение топливных стержней в трёх реакторах. Обе аварии имеют свои уникальные причины, но подчеркивают важность подготовки и устойчивости ядерных установок к экстремальным ситуациям.

Что касается радиоактивных выбросов, то Чернобыльская катастрофа оказала значительное влияние на окружающую среду, с общей суммой выброшенных радионуклидов, составляющей около 400 килотонн. Основными изотопами, попавшими в атмосферу, стали радионуклиды йода и цезия. Эти выбросы распространились на большие дистанции, загрязнив обширные территории в Европе, что потребовало создания зоны отчуждения вокруг АЭС для минимизации радиационного воздействия на населения.

Ситуация на «Фукусиме» оказалась менее трагичной в плане масштабов выбросов — общий объём радиоактивных выбросов составляет около 10% от чернобыльских. Основные выбросы также включали изотопы йода и цезия, но направление их распространения было в сторону океана, что помогло минимизировать воздействие на население суши. В течение первых дней после аварии была организована эвакуация в радиусе 20 километров от станции, что способствовало значительному сокращению радиационного воздействия.

Физическое здоровье

1. Фукусима: Осложнения, связанные с радиацией в Фукусиме, сложнее поддаются оценке из-за влияния множества факторов, таких как инфекции, стресс и другие обстоятельства. Тем не менее, жители демонстрировали повышенный уровень тревожности, что во многом отражало их неопределенность и страх перед потенциальными долгосрочными последствиями радиационного воздействия. Исследования выявили увеличение случаев заболеваний щитовидной железы, однако пока отсутствуют убедительные доказательства массового роста других видов рака.

2. Чернобыль: Авария привела к 50 непосредственной жертве от острого радиационного синдрома. В последующие десятилетия наблюдалось значительное превышение уровня заболеваемости раком, особенно среди тех, кто находился в зоне раздражения. Исследования показали, что около 5–10% случаев рака щитовидной железы в этой группе, особенно у детей, могут быть связаны с аварией.

Психическое здоровье

1. Фукусима: Психологические последствия для эвакуированных стали важной темой. Повышенные уровни тревожности, депрессии и посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) были зарегистрированы среди людей, потерявших свои дома.

2. Чернобыль: Долгосрочные эффекты на психическое здоровье были более выражены. Многие пострадавшие определили как свои основные проблемы страх перед будущим, чувство вины и стигматизации. Исследования показали повышенные уровни ПТСР и других психических расстройств среди тех, кто пережил катастрофу.

По официальным данным Чернобыльская катастрофа унесла жизни около 600 000 людей [6]. (Таблица 1).

Таблица 1.

Сравнительный анализ человеческих жертв

Человеческие жертвы	Фукусима – 1	ЧАЭС
Число погибших	человеческих жертв не было	600 000 человек
Число раненных	25 человек	134 человека
Число получивших облучение	173 человека	6120 человек

ВЫВОДЫ

Катастрофы показали, что даже самые современные атомные станции могут оказаться уязвимыми перед мощью природных катаклизмов, таких как землетрясения и цунами. Ошибки проектирования и недооценка потенциальных угроз, исходящих от стихийных бедствий, сыграли значительную роль в развитии трагедий. Плохая подготовка к кризисным ситуациям и недостаток координации в управлении усугубили последствия аварий. Экологическое загрязнение, затронувшее водные ресурсы и землю, потребовало длительного периода реабилитации и значительных ресурсов. Анализ аварий на Чернобыле и Фукусиме показывает, что оба инцидента дали важные уроки для повышения уровня ядерной безопасности. Чернобыльский инцидент стал ярким примером последствий технической неисправности и человеческого фактора, что способствовало пересмотру норм безопасности и улучшению культуры управления рисками. Фукусимская авария подчеркнула, насколько опасны природные катастрофы даже для современных объектов, и выявила необходимость тщательной подготовки к подобным событиям. Эти трагедии напоминают о важности всестороннего подхода к вопросам ядерной безопасности, значении человеческого фактора и международной кооперации. Выводы, сделанные после этих событий, сохраняют свою значимость для обеспечения безопасной эксплуатации атомной энергии в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чернобыльская авария: последствия и их преодоление: Национал, докл. /Мин – во по чрезвычайн. ситуациям, НАН Беларуси; Под ред. Е. Ф. Конопки, И. В. Ролевича. – 2 – е изд., перераб. и доп. – Барановичи: 1998–102 с.
2. Скрябина, М.С. Влияние аварии на АЭС «Фукусима – 1» на планы государств Восточной Азии по развитию «мирного атома» / Скрябина М.С. // Вестник МГИМО. – 2011. – № 4. – С. 31–32.
3. Гуменюк, В.И. Постфукусимский синдром: проблемы и решения / Гуменюк В.И., Тихонов М.Н., Федосовский М.Е // Науч. – техн. ведомости СПбГПУ. – 2012. – Т. 2, № 154. – С. 273–285.
4. Авария на АЭС «Фукусима – 1»: организация профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения Российской Федерации / И.К. Романович, М.И. Балонов, А.Н. Барковский, А.И. Никитин [и др.] // под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко. – СПб.: НИИРГ им. проф. П.В. Рамзаева, 2012. – 336 с.
5. Муратов, О.Э. Ядерная энергетика после «Фукусимы – 1» /Муратов О.Э.// Атомная стратегия – XX1. – 2014. – № 88. – С. 12–15.
6. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под ред. чл. – корр. РАН Н.И. Санжаровой и проф. С.В. Фесенко М.: РАН. – 218–278 с.

Сведения об авторах

А. З. Гареева* – студент

С. И. Антонов – старший преподаватель

Information about the authors

A. Z. Gareeva* – Student

S. I. Antonov – Senior Lecturer

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

alina_gareeva_21@bk.ru

УДК: 550.348.436

АВАРИЙНО – СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В СПИТАКЕ 7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

Гозеян Элина Костановна, Антонов Сергей Иванович

Кафедра дерматовенерологии и безопасности жизнедеятельности

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. 7 декабря 1988 года навсегда остался в истории Армении как день трагедии и разрушений, вызванных одним из самых мощных землетрясений, которые, когда – либо фиксировались в регионе. Землетрясение магнитудой 6.9 затронуло город Спитак и прилегающие районы, разрушая тысячи зданий и унося жизни более 25 000 человек. В этой статье мы рассмотрим, как проводились аварийно – спасательные работы в этот критический период, какие сложности возникли и какой урок был извлечен из этой трагедии. **Цель исследования** – проанализировать аварийно – спасательные работы, проводимые при землетрясении в городе Спитак. **Материал и методы.** Документация, анализ данных, сравнительный анализ **Результаты.** Аварийно – спасательные работы в Спитаке были организованы в несколько этапов: немедленное реагирование (в первые часы после землетрясения были развернуты спасательные группы, которые начали поисковые операции);