



## **NOXOLOGICAL CLASSIFICATION OF EARTHQUAKE IMPACT FACTORS ON NUCLEAR ENERGY FACILITIES (BY THE EXAMPLE OF FUKUSIMA NPP)**

Rakhabaev T. T.

Head of the reception of the Prime Minister of the Republic of Uzbekistan for consideration of appeals of entrepreneurs in the Yangikhayot district of Tashkent,

Raupov A. R.

Head of the Department of the Main Personnel Directorate of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan

Shamansurov S. S.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety Tashkent State Technical University named after I.Karimov

### **Annotation**

The article analyzes the circumstances of the accident at Fukushima NPP and the government's measures to eliminate its consequences after a strong earthquake and tsunami over 13 meters high, including the causes of the accident at this nuclear power plant on March 11, 2011. This experience should be studied to prevent an accident at a nuclear power plant in the Republic of Uzbekistan, which will require the development of appropriate safety standards in case of strong earthquakes.

**Key words:** The nuclear power plant, earthquake, Fukushima nuclear power plant, fire safety, tsunami, Japan, Republic of Uzbekistan.

**Аннотация.** В статье анализируются обстоятельства аварии состоявшейся на АЭС Фукусима и меры правительства по устранению её последствий после сильного землетрясения и цунами, высотой более 13 метров, включая причины аварии на этой атомной электростанции, происшедшей 11 марта 2011 года. Данный опыт необходимо изучить для предотвращения аварии на АЭС на территории Республики Узбекистан, что потребует разработки соответствующих стандартов безопасности при сильных землетрясениях.

**Аннотация.** Мақолада АЭС Фукусимада 2011 йил 11 март куни бўлиб авариянинг ҳоллари, кучли ер силкиниши ҳамда 13 метр баландликка эга бўлган цунамиди ва унинг таъсири натижасида атом электростанциясида юзага келган фожеани бартараф этишда ҳукуматни амалга оширган тадбирлари таҳлил қилинган.



Мазкур тажриба Ўзбекистон Республикасида бўладиган атом электростанциясида юзага келадиган аварияларни бартараф этишда ёрдам беради ва шунга асосан кучли zilzilalarда тегишли хавфсизлик стандартларини ишлаб чиқишлишини тақозо этади.

**Ключевые слова:** Атомная электростанция, землетрясение, атомная электростанция Фукусима, пожарная безопасность, цунами, Япония, Республика Узбекистан.

**Калитли сўзлар:** атом электростанцияси, zilzila, Фукусима атом электростанцияси, ёнғин хавфсизлиги, цунами, Япония, Ўзбекистон Республикаси.

Атомная энергетика относительно недавно стала одной из основных отраслей энергетики, но отношение к атомным электростанциям во всем мире остается неоднозначным. При значительных преимуществах, человечество до конца не решило задачу безопасности при использовании атомной энергии. Но сегодня АЭС остаются значительными источниками энергии, обеспечивая порой целые жилые и промышленные районы. Если за критерий взять мощность вырабатываемой энергии, то необходимо выделить в мире следующие АЭС.

В японском городе Омаэдзаки уже долгие годы работает научный центр по изучению атомной энергетике. Вблизи города в 1974 году начала работать 5-тиреакторная атомная станция «Хамаока», общая мощность которой составляет 3 617 МВт. Сейсмологи прогнозируют, что в ближайшие 30 лет в районе станции пройдет сильное землетрясение. Поэтому приостановили работы 2-х реакторов и предпринимаются беспрецедентные меры безопасности. Крупнейшие АЭС России расположены в основном в европейской части страны. Одна из них, Балаковская атомная станция (рис.1), была введена в эксплуатацию в 1985 году. При общей полезной мощности в 4 000 МВт, станция на берегу Саратовского водохранилища является крупнейшей в РФ. Как и на большинстве подобных объектов, на станции большое внимание уделяется безопасности. Именно на этой российской станции опробуют и испытывают новое оборудование, которое потом используется на других станциях.

Единственная станция в мире, для охлаждения реакторов которой используются сточные воды близлежащих городов. Пало-Верде, имея 3 реактора, на пике имеет мощность в 4 174 МВт, что делает АЭС крупнейшей в США (рис.1).



Такие показатели позволяют обеспечить энергией города с населением более 4 миллионов человек. Уникальность американской станции в том, что она построена и работает в пустынном регионе, вдали от крупных водохранилищ.

В китайской провинции Ляонин 4 энергоблока станции «Хуняньхэ» (рис.1) вырабатывают 4 437 МВт энергии. Станция расположена на берегу залива Желтого моря и по проекту планируется открытие еще 2 реакторов. Примечательно, что реактор мощностью 1 млн. кВт первого энергоблока был полностью спроектирован и построен Китаем.

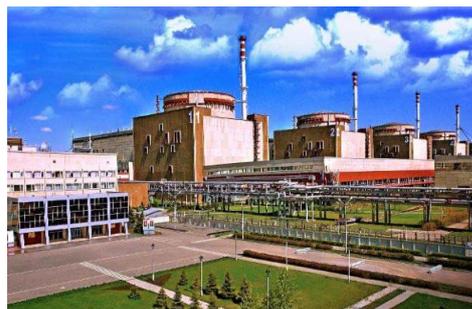
Аварии и катастрофы, на АЭС. Крупнейшие аварии в Чернобыле и на Фукусиме заставили человечество переосмыслить свое отношение к ядерной энергетике. Соблазн увеличения мощности АЭС велик, но, в первую очередь, при проектировании и строительстве, а также в период эксплуатации станций, учитывают вопросы экологической безопасности, минимизации радиоактивного заражения и защиты от воздействия природных стихий.

АЭС в Брюс (рис.2), расположенная в канадской провинции Онтарио, является крупнейшей в Северной Америке, а ее мощность равна 7 965 МВт. Восемь реакторов расположились на огромной площади в 932 га. В 1990 году из-за компьютерного сбоя произошла авария, связанная с перегрузкой топлива. Реактор был выведен из строя на 3 месяца, но в целом аварийная система защиты справилась с проблемой. Большая часть воды из системы охлаждения была локализована и не загрязнила окружающую среду.

а



б



в



г



Рис. 1. Изображения крупнейших в мире АЭС.

а) АЭС в Хамаока; б) Балаковская АЭС;

в) АЭС в Пало-Верде; г) АЭС в Хуняньхэ



а



б



Рис. 2 АЭС с различными видами аварий.

а) АЭС в Брюс; б) Касивадзаки-Карива

Из ныне действующих атомная станция «Касивадзаки-Карива» (рис.2) в японской префектуре Ниигата является самой мощной в мире. После землетрясения 2007 года ее мощность была снижена до 8 212 МВт, но и сейчас по этому показателю станция по праву занимает первое место. После аварии на «Фукусиме» станция была остановлена с целью проверки всех агрегатов. В систему безопасности были внесены небольшие поправки и ее снова запустили. Отметим, что японская станция вырабатывает энергии больше, чем все реакторы, работающие в Индии. Пожар и катастрофа из-за землетрясения на АЭС Фукусима 1. В 2011 году 11 марта в Японии произошла самая страшная радиационная авария на АЭС Фукусима 1, в результате землетрясения и последовавшего цунами (рис.3).

Землетрясение, цунами, и человеческий фактор – совокупность причин произошедшей аварии на АЭС Фукусима 1. Эту катастрофу в итоге признали второй по величине в истории человечества.

Территория, которая была выделена для строительства АЭС, располагалась на обрыве, а именно 35 м. над уровнем моря, но после проведения ряда земельных работ значение снизилось до 25 м.

АЭС от цунами защищала специальная дамба, высота которой составляла 5,7 метра, считали, что этого будет более, чем достаточно. 11 марта 2011 года в рабочем состоянии находилось только три энергоблока из шести. В реакторах 4-6 проводилась замена топливных сборок по плану. Как только стали ощутимы толчки, сработала автоматическая система защиты (это предусмотрено правилами), то есть работавшие энергоблоки прекратили работу, и приостановилось энергосбережение. Однако оно восстановилось при помощи



резервных дизель-генераторов, предусмотренные именно на такие случаи, они были распложены на нижнем уровне АЭС Фукусима 1, стали охлаждаться реакторы. В это время волна высотой 15-17 м. накрыла ядерную станцию, преодолев дамбу.

Затапливается территория АЭС, в том числе и нижние уровни, дизельные генераторы перестают работать, следом останавливаются насосы, которые охлаждали остановленные энергоблоки – все это послужило повышением давления в реакторах, Повышение давления вызвало взрыв, при котором окончательно разрушились защитные швы. Произошло загорание в реакторе, пламя беспрепятственно через разрушенные швы в здании перешло в менее защищенные помещения АЭС, где горючая загрузка, хотя и соответствовало нормам, была гораздо выше, чем в защищенной зоне реактора. В результате произошел крупный пожар, усугубивший радиационную обстановку. (рис. 3 в).

В этот момент водород проникает одновременно с паром в реактор, приводя к радиационному излучению.

Было 200 человек добровольцев-ликвидаторов, но основную и страшную часть выполняли 50 из них, их прозвали «атомные самураи».

Рабочие пытались хоть как-то справиться или уменьшить масштаб катастрофы, они стремились охладить три ядра, перекачивая в них борную кислоту и морскую воду.

а



б



в



Рис. 3 Стадии взрыва и пожара на АЭС Фукусима 1 после землетрясения



По мере того, что попытки устранения проблемы не возымели нужного результата, повысился уровень радиации, власть приняла решение предупредить об опасности потребления воды и источников питания.

После некоторого успеха, а именно замедленного выпуска радиации, 6 апреля 2011 года управление ядерной станции заявило, что трещины, образовавшиеся при землетрясении, от разрушения деформационных швов заделаны, позже стали перекачивать облученную воду в хранилище, для надлежащей обработки. Во время ликвидации аварии не обошлось без жертв.

Эвакуация. После взрыв на АЭС Фукусима, власти опасались радиационного облучения жителей и поэтому создали тридцатикилометро-вую зону без полетов – площадь составляла 20 000 км. вокруг станции. Следствием чего, примерно 47 000 жителей были эвакуированы. В 12 апреля 2011 повысился уровень тяжести ядерной чрезвычайной ситуации с 5 до 7 (самый высокий балл, такой же был после Чернобыльской аварии в 1986 году).

Последствия Фукусимы. Уровень радиации превысил норму в 5 раз, даже спустя несколько месяцев он оставался высоким в зоне эвакуации. Область катастрофы была признана непригодной для жизни не на одно десятилетие. Авария на атомной станции Фукусима в Японии стала огромной бедой тысяч людей, унесших жизни многих десятков людей. Территория станции и ее окрестности заряжены, в том числе радиационные элементы обнаружили в питьевой воде, молоке и многих других продуктах, в морской воде и в почве. Также повысился радиационный фон и в некоторых регионах страны. АЭС Фукусима официально была закрыта в 2013 году, до сих пор идут работы по ликвидации последствий аварии. По данным на 2017 год ущерб составил 189 млрд. американских долларов. Опрос, проведенный газетой Mainichi Shimbun, показал, что по состоянию на август 2013 года из 300 000 человек, эвакуированных из этого района, примерно 1600 смертей, связанных с условиями эвакуации, такими как проживание во временном жилье и закрытие больниц, - число, сопоставимое с 1599 смертельными случаями, непосредственно вызванными землетрясением и цунами в префектуре Фукусима в 2011 году. Точные причины большинства этих смертей, связанных с эвакуацией, не были указаны, как утверждают муниципалитеты, что будет препятствовать применению компенсации за соболезнование деньгами родственниками погибшего.

Из доклада специальной комиссия парламента Японии NAICS, которая провела расследование причин трагедии. В состав NAICS вошли специалисты различного профиля: сейсмолог, химик, профессор, доктор юридических наук, инженер специальных систем, юрист, врач-радиолог, бывший посол Японии в США и



научный журналист. В подготовке доклада участвовали также три советника и четыре рецензента. Но АЭС Фукусима-1 была не способна выдержать землетрясение и удар цунами, а компания оператор (TEPCO), регулирующие органы (NISA и NSC) и государственный орган в сфере ядерной энергетики (METI) — не смогли правильно выполнить основные требования безопасности, уверены эксперты. В нем также рассматриваются серьезные недостатки в борьбе с аварией со стороны TEPCO», — написано в докладе.

Авария на АЭС Фукусима-1 произошла после мощнейшего землетрясения на северо-востоке Японии 11 марта 2011 г. Вслед за подземными толчками магнитудой 9,0 на побережье пришла 14-метровая волна цунами, которая затопила четыре из шести реакторов АЭС и вывела из строя систему охлаждения реакторов, что привело к серии взрывов водорода, расплавлению активной зоны. Авария стала самой крупной катастрофой за последние 25 лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Из окрестностей Фукусимы были эвакуированы 140 тысяч человек, большинство из которых так и не смогли вернуться в свои дома. По оценкам экспертов, на окончательное устранение последствий аварии на АЭС Фукусима-1 понадобится не менее 40 лет.

Программа скрининга, проведенная год спустя в 2012 году, показала, что более трети (36%) детей в префектуре Фукусима имеют аномальный рост щитовидной железы. По состоянию на август 2013 года в префектуре Фукусима в целом было зарегистрировано более 40 детей, у которых недавно был диагностирован рак щитовидной железы и другие виды рака. В 2015 году число случаев рака щитовидной железы или числа случаев выявления рака щитовидной железы насчитывало 137. Тем не менее, на данном этапе неизвестно, превышают ли эти случаи заболевания рак над частотой в незагрязненных районах и, следовательно, были ли они вызваны воздействием ядерного излучения. Данные чернобыльской аварии показали, что безошибочный рост заболеваемости раком щитовидной железы после катастрофы 1986 года начались только после инкубационного периода в 3–5 лет; однако, еще предстоит определить, можно ли напрямую сравнить эти данные с ядерной катастрофой на Фукусиме.

Все эти последствия атомной аварии на Фукусиме ставят актуальный вопрос о необходимости сейсмоизучения прилегающих горных и почвенных пластов в месте строительства Атомной электростанции в Республике Узбекистан, включая безопасное технологическое обслуживание станции, которая будет обладать мощностью в 1, 2 Гвт.



## Использованная литература

1. МЭР в 2024 году ожидает снижение доли АЭС в выработке электроэнергии в РФ до 16,9%. Оpubл. ТАСС, 30.09.2019 г.//AtomInfo.Ru
2. Шамансуров С.С. Проблемы обеспечения безопасности технических систем сложных объектов. Монография. LAMBERT Academic Publishing. – Beau Bassin, 2019. - 167 с. ISBN 978-620-0-45650-2.
3. Сулейманов А.А., Усманов М.Х. Магнитометрический метод исследования мест пожаров и радиационных ЧС. Монография. LAMBERT Academic Publishing. – Hamburg, 2020. - 134 с. ISBN 978-620-2-56288-1.
4. Шамансуров С.С., Сулейманов А.А., Джураев О.А., Умаров Ф.Я. Оценка рисков при сейсмопожа-роопасном воздействии на опасные производственные и категорированные объекты промышленности Журнал - Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. Том 15. № 3.- Москва. 2019. - С. 219-228.
5. Кулдашев И.Х., Сулейманов А.А., Шамансуров С.С. Универсальный временной вектор в алгоритмах обеспечения безопасности для принятия решений при чрезвычайных ситуаций «Гражданская защита: сохранение жизни, материальных ценностей и окружающей среды». Сборник материалов IV Международной заочной научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2019. - С. 100-103.