

Петров Иван Алексеевич

Студент

2 курс, факультет «Кораблестроение, океанотехника и

систематика морской инфраструктуры)

(Казанский национальный исследовательский технический

университет им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

Россия, г. Казань

ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ ДЕЗАКТИВАЦИЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

***Аннотация:** После аварии на АЭС "Фукусима-Дайити" 11 марта 2011 года в атмосферу были выброшены радиоактивные материалы, что привело к загрязнению окружающей среды. После реализации усилий по дезактивации окружающей среды Центр регистрации доз облучения Ассоциации по радиационному воздействию создал систему регистрации доз облучения для работников по дезактивации и связанных с ними работников для консолидации и предотвращения потери записей о радиации. В этой статье представлены статистические данные о дозах облучения работников по дезактивации и связанных с ними работников с использованием официальных записей. Поскольку со времени аварии в Фукусиме прошло примерно 10 лет, виды работ, проводимых в пострадавших зонах ограниченного доступа, со временем менялись. Поэтому представлены изменения дозы облучения для каждого вида работ и сравнения с ядерными работниками.*

***Ключевые слова:** Работник по дезактивации; Регистрация дозы облучения; Статистика дозы; Восстановительные работы.*

***Abstract:** After the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant on March 11, 2011, radioactive materials were released into the atmosphere, which led*

to environmental pollution. Following the environmental decontamination efforts, the Radiation Exposure Dose Registration Center of the Radiation Exposure Association has established a radiation dose registration system for decontamination workers and related workers to consolidate and prevent the loss of radiation records. This article presents statistical data on the radiation doses of decontamination workers and related workers using official records. Since approximately 10 years have passed since the Fukushima accident, the types of work carried out in the affected restricted access areas have changed over time. Therefore, changes in the radiation dose for each type of work and comparisons with nuclear workers are presented.

Keywords: *Decontamination worker; Radiation dose registration; Dose statistics; Rehabilitation work.*

1. ВВЕДЕНИЕ

После аварии на АЭС "Фукусима-Дайити" 11 марта 2011 года правительство Японии обнародовало "Постановление о предотвращении опасности ионизирующего излучения на производстве по дезактивации почвы и отходов, загрязненных радиоактивными материалами в результате Великого восточно-Японского землетрясения и связанных с ним работ" (Постановление) 22 декабря 2011 года (Постановление, 2011). Введение в действие Постановления началось 1 января 2012 года. Правительство Японии также приняло "Руководство по предотвращению радиационной опасности для работников, занятых дезактивацией и связанными с ней работами" (Руководство) 22 декабря 2011 года, в тот же день, когда оно обнародовало Постановление (MHLW, 2011).

После создания этой нормативной базы была начата дезактивация окружающей среды в двух пострадавших районах: специальной зоне дезактивации (SDA) и зоне обследования интенсивного загрязнения (ICSA). ПДД соответствовали местам со значительным загрязнением

окружающей среды радиоактивными материалами, и правительство Японии отвечало за дезактивацию. ICSA соответствовал местам с мощностью дозы облучения, превышающей $0,23 \text{ мкЗв ч}^{-1}$, и за дезактивацию отвечал губернатор местного самоуправления или мэр местного муниципалитета.

В этой статье представлены статистические данные о дозах облучения работников по дезактивации и связанных с ними работников с использованием официальных записей.

2. СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕЗАКТИВАЦИИ И СВЯЗАННЫХ С НЕЙ РАБОТ

2.1. Создание системы регистрации доз облучения

После того, как в районах, пострадавших от аварии на АЭС "Фукусима-Дайити", начались работы по дезактивации и связанные с ними работы, были выражены опасения по поводу проведения этих работ по дезактивации после введения в действие Постановления. В частности, отсутствие у работодателей средств для проверки прошлой дозы облучения каждого работника, если работники сами точно не сообщали о своей прошлой дозе облучения, было отмечено в качестве проблемы. Кроме того, возможность того, что записи о дозах облучения могут быть рассеяны или утеряны после того, как подрядчики прекратили свою деятельность, если эти записи не были должным образом организованы и зарегистрированы, была отмечена как беспокойство.

Центр регистрации доз облучения (RADREC) Ассоциации по радиационному воздействию с 1977 года использует централизованную систему регистрации доз облучения для работников атомной отрасли (Асано и Ито, 2019). Эта система использует базу данных и радиационную карточку, в которой записываются прошлые дозы и результаты медицинского обследования для каждого работника. Для решения проблем, связанных с загрязнением объектов после аварии на АЭС "Фукусима", в ноябре 2013 года была запущена система регистрации доз облучения для работников по дезактивации и связанных с ней работников, которая ссылается на

предыдущую систему для работников атомной отрасли. В марте 2015 года RADREC запустила систему баз данных для учета доз работников по дезактивации и связанных с ними работников.

В сочетании с использованием радиационной сберкнижки база данных RADREC позволяет основным подрядчикам регистрировать дозу облучения и проверять прошлую дозу каждого работника.

2.2. Категории регистрации

Система регистрации доз облучения включает две категории для подрядчиков, присоединяющихся к системе регистрации, в зависимости от содержания их работы и области.

Категория I представляет работы по дезактивации, которые выполняются внутри SDA, а также обращение с определенными отходами. Категория I требует, чтобы подрядчики использовали радиационную сберкнижку, ежеквартально регистрировали дозу облучения и регистрировали данные о дозе облучения и состоянии здоровья после завершения своей работы. Необходимо отвечать на запросы о прошлых записях доз работников. Эти требования предполагают, что соответствующая работа выполняется при более высоких мощностях дозы облучения, и они аналогичны соответствующим требованиям для работников в зонах с радиационным контролем на ядерных объектах.

Категория II представляет работу, которая выполняется в ICSEA. Подрядчикам категории II необходимо регистрировать дозы облучения и медицинские записи только после завершения их работы, поскольку мощности дозы облучения в ICSEA ниже, чем соответствующие показатели в SDA.

2.3. Регистрация записей в базе данных

Указанные учреждения могут выдавать радиационные сберкнижки работникам I категории. При выдаче этих сберкнижек получается центральный регистрационный номер (персональный

идентификатор). Радиационные сберкнижки и личные удостоверения личности обычно используются как на объектах дезактивации, так и на ядерных объектах, чтобы управлять дозой облучения для обоих типов проектов.

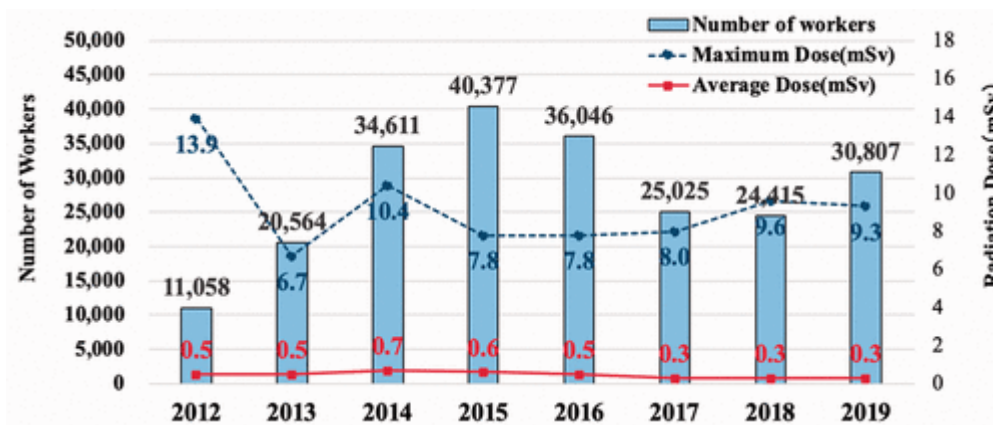
Подрядчики, присоединившиеся к системе регистрации, могут получить доступ к базе данных RADREC и зарегистрировать название своего рабочего проекта и свою ежеквартальную дозу облучения. Они также могут запросить данные о прошлых дозах работников. Если работник по дезактивации выполнял ядерные работы, дозу облучения, полученную им на ядерных объектах, можно проверить с помощью базы данных RADREC, которая содержит перекрестные ссылки на базы данных по дезактивации и ядерные базы данных.

3. СТАТИСТИКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ПО ДЕЗАКТИВАЦИИ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ РАБОТНИКОВ

3.1. Изменения дозы облучения работников

По состоянию на 1 ноября 2020 года около 120 основных подрядчиков для 750 проектов по восстановлению присоединились к системе регистрации RADREC и зарегистрировали названия проектов по дезактивации и связанным с ними работам или обращению с указанными отходами. База данных включает записи о дозах облучения примерно 100 000 работников.

Используя периодически регистрируемые записи базы данных, статистика доз облучения представлена на рис. 1. Даже если работники, привлеченные по субподряду, участвовали в нескольких проектах в течение определенного года, их записи о дозах облучения объединяются в базе данных с использованием центрального регистрационного номера каждого работника.



(Рис. 1. Изменения дозы облучения работников дезактивации.)

Число работников по дезактивации увеличилось с 2012 по 2015 год, а затем уменьшилось с 2015 по 2018 год, поскольку операции по всей зоне дезактивации были прекращены к марту 2017 года.

Самая высокая зарегистрированная доза составляла от 6,7 до 13,9 мЗв в год⁻¹, но ни один работник не получил годовую дозу >20 мЗв. Средняя доза составила от 0,3 до 0,7 мЗв год⁻¹. В 2019 году более 90% работников подверглись воздействию <1 мЗв в год⁻¹.

3.2. Изменение видов работ в специальной зоне дезактивации

На ранних этапах после аварии на АЭС "Фукусима-Дайити" в SDA и ICSA начались работы по дезактивации. Однако с момента аварии прошло 10 лет, и работы по дезактивации во всем районе были прекращены к марту 2017 года. С тех пор на этих объектах изменились виды восстановительных работ и мероприятий. Строительство и эксплуатация Временного хранилища и строительство Указанной базы реконструкции и восстановления стали значительными. Работы, связанные с Указанной базой реконструкции и восстановления, в частности, связаны с деятельностью в "труднодоступной зоне" с более высокой мощностью дозы, где дезактивация и связанные с ней работы еще не выполнены (МЧС, 2020). В этом разделе обсуждается доза облучения по видам работ с момента аварии.

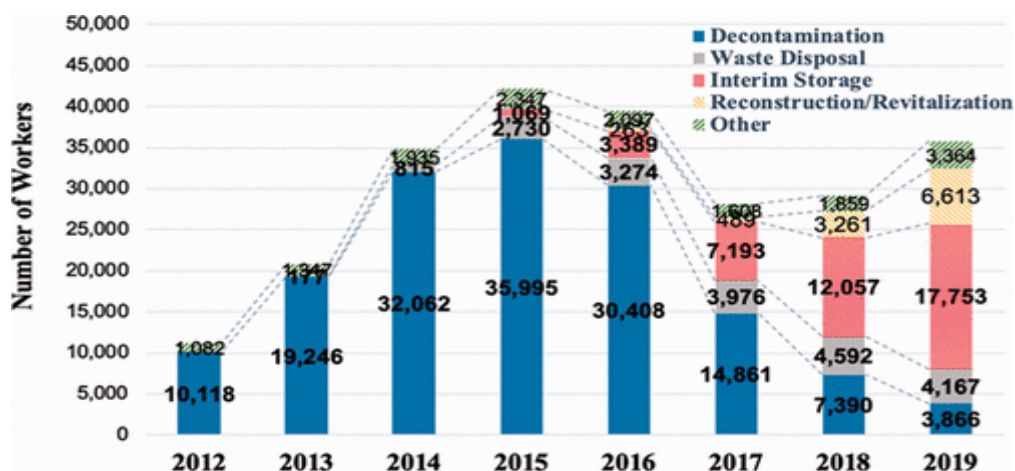
3.2.1. Категории типов работ

Чтобы уточнить незавершенную работу в SDA, типы работ разделены на следующие пять категорий на основе названий рабочих проектов, зарегистрированных в базе данных RADREC.

- "Дезактивация": дезактивация всей территории, восстановление земель на местах временного хранения и снос домов в ПДД.
- "Удаление отходов": обращение с определенными отходами $<100\ 000\ \text{Бк}\ \text{кг}^{-1}$, минимизация объемов отходов и мусоросжигательные установки.
- "Временное хранение": строительство сооружений для разделения и хранения почвы, транспортировка почвы и отходов из мест временного хранения во Временное хранилище, а также обработка и хранение почвы и отходов.
- "Реконструкция / оживление": строительство определенной базы для реконструкции и восстановления, снос домов и дезактивация в шести муниципалитетах (Футаба, Окума, Намизэ, Томиока, Иитате и Кацурао).
- "Другие": поддержка радиационного мониторинга и управления в строительстве, консультанты и дорожное строительство.

3.2.2. Численность работников для каждого вида работ.

Изменения в количестве работников для каждого вида работ представлены на рис. 2. Работники, занятые в нескольких проектах, учитываются для каждого проекта; поэтому общее количество работников не соответствует данным, представленным на рис. 1.

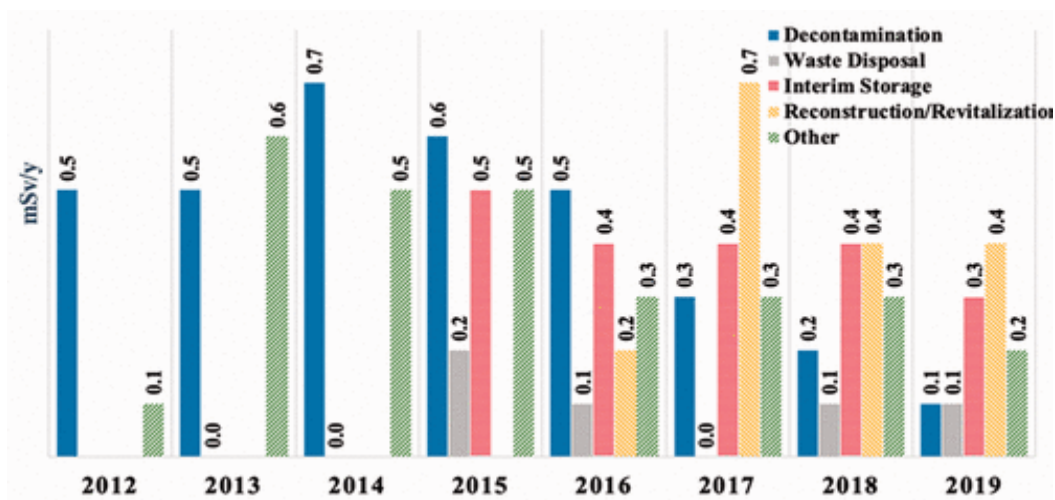


(Рис. 2. Численность работников для каждого вида работ.)

Работники дезактивации были доминирующими с 2012 по 2016 год. Численность работников на объекте временного хранения составляла примерно 2% от всех работников в 2015 году и составляла примерно половину всех работников в 2019 году.

3.2.3. Средняя доза для каждого вида работ

Средние дозы для каждого вида работ приведены на рис. 3. Средняя доза для дезактивации всей территории с 2012 по 2016 год составляла от 0,5 до 0,7 мЗв в год⁻¹. После прекращения работ по дезактивации во всей области средняя доза снизилась до 0,1 мЗв в год⁻¹ в 2019 году. Средняя доза на объекте временного хранения составила 0,3–0,5 мЗв год⁻¹. До ввода в эксплуатацию Временного хранилища рабочие подвергались воздействию более высоких доз из-за работ по дезактивации и сноса жилья до застройки земли на запланированном участке.



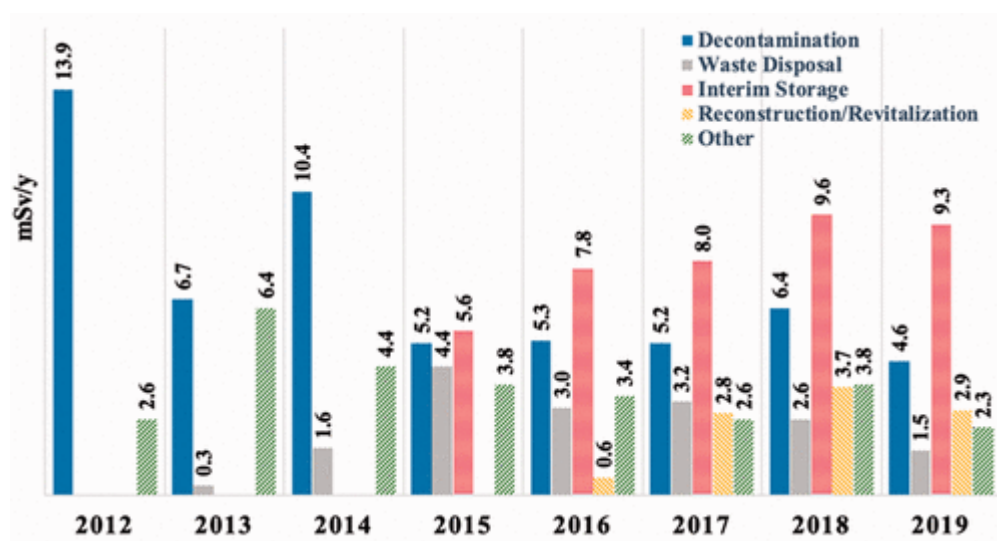
(Рис.3. Средняя доза для каждого вида работ.)

Средняя доза на Указанной базе реконструкции и восстановления составила 0,7 мЗв в год⁻¹ в 2017 году, поскольку проекты были реализованы в "труднодоступной зоне", где загрязнение оставалось значительным.

Средняя доза, относящаяся к обращению с отходами, была ниже, потому что эта работа включает в себя обращение с отходами $<100\ 000\ \text{Бк}\ \text{кг}^{-1}$ и в основном выполняется за пределами ПДД.

3.2.4. Максимальная доза для каждого вида работ

Максимальные дозы для каждого вида работ приведены на рис. 4. Максимальная доза для работников по дезактивации составила 13,9 мЗв в год⁻¹ в 2012 году, включая дозы облучения, полученные в результате Пилотного проекта Японского агентства по атомной энергии, часть работ по которому была проведена в ‘труднодоступной зоне’.



(Рис. 4. Максимальная доза для каждого вида работ.)

Максимальная доза в период с 2012 по 2014 год была обусловлена работой по дезактивации. С 2015 года максимальные дозы были получены во время работы на объекте временного хранения, особенно среди руководителей проектов, которые, как правило, дольше оставались на каждом объекте. Ни один работник не получил годовую дозу $>20\ \text{мЗв}$.

3.3. Сравнение доз облучения между работниками по дезактивации и ядерными работниками

Статистическое сравнение между работниками по дезактивации и ядерными работниками в 2019 и 2019 финансовом году представлено на таблице 1. По сравнению с ядерными работниками, число работников и дозы были ниже среди работников по дезактивации.

	Decontamination workers (January–December 2019)	Nuclear workers (April 2019–March 2020)
Number of workers	30,807	63,638
Average dose (mSv)	0.3	0.6
Maximum dose (mSv)	9.3	19.6
Collective dose (man-mSv)	10,103	36,174

(Таблица 1 Сравнение доз облучения между работниками по дезактивации и ядерными работниками.)

4. Выводы

Успешно функционирует система регистрации доз облучения для работников по дезактивации и связанных с ней работников. Также доступны статистические сравнения с ядерными работниками.

Хотя работы по дезактивации во всем районе были прекращены к концу 2017 года, строительство и эксплуатация Временного хранилища и строительство Указанной базы реконструкции и восстановления продолжают. Поскольку с момента аварии на АЭС "Фукусима-Дайити" прошло примерно 10 лет, виды работ в пострадавших районах со временем менялись. Соображения о мерах радиационной защиты важны в зависимости от фазы восстановления.

После ядерной аварии процесс восстановления в пределах пострадавшей запретной зоны может продолжать меняться в долгосрочной перспективе. Подготовка тщательных и разумных мер радиационной защиты требуется на протяжении всего процесса восстановления.

Список литературы:

1. Asano, T., Ito, A., 2019. Experience and perspective on radiation dose registry in Japan. *Jpn. J. Health Phys.* 54, 135–136.
2. MHLW, 2011. Руководство по предотвращению радиационной опасности для работников, занятых дезактивацией и связанными с ней работами. Уведомление Бюро трудовых стандартов № 1226-21. Министерство здравоохранения, труда и социального обеспечения, Токио.
3. МЧС, 2020. Восстановление окружающей среды за пределами площадки в пострадавших районах в Японии. Министерство окружающей среды, Токио (последнее обращение 17 мая 2021 года).
4. Постановление, 2011. Постановление о предотвращении опасностей ионизирующего излучения на производстве по дезактивации почвы и отходов, загрязненных радиоактивными материалами в результате Великого восточно-Японского землетрясения и связанных с ним работ. № 152. Министерство здравоохранения, труда и социального обеспечения.