

2. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Основные положения. [Электронный ресурс]. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107589>.
3. ГОСТ Р 56542-2015 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. [Электронный ресурс]. 2020 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200123257>.
4. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. [Электронный ресурс]. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18442-80>.
5. Каталог продукции 2020. Российский приборостроительный завод «Элемер». [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://www.elemer.ru/catalogs/>.

УДК 502.521

## МОНИТОРИНГ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РАЗНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Лопсан Айза Мергеновна*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

E-mail: [aml8@tpu.ru](mailto:aml8@tpu.ru)

## MONITORING OF THE RADIOECOLOGICAL STATE OF SOILS OF DIFFERENT OBJECTS

*Lopsan Ayza Mergenovna*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** на основе радиологического мониторинга были произведены исследования по содержанию радионуклидов в почвах крупных объектов Чернобыль и Фукусима. Также было изучено содержание радионуклидов в пределах 30-км зоны АО «Газпромнефть-ОМПЗ». Полученные данные позволили сделать вывод о том, что содержание радионуклидов крупномасштабных авариях основная доля радионуклидов остается в надземной части. Концентрация радионуклидов уменьшается в зависимости от климатических условий и особенностями растительного покрова, в которых преобладают леса. Мониторинг почв промышленного объекта АО «Газпромнефть – ОМПЗ» показал, что почвы не загрязнены искусственными радионуклидами, было выявлено, что радиологическая обстановка в пределах 30-км зоны благоприятна.

**Abstract:** on the basis of radiological monitoring, studies were carried out on the content of radionuclides in the soils of large objects of Chernobyl and Fukushima. The content of radionuclides was also studied within the 30-km zone of JSC Gazpromneft-OOR and FSUE Mining and Chemical Combine. The data obtained made it possible to conclude that the content of radionuclides in large-scale accidents, the bulk of radionuclides remains in the aboveground part. The concentration of radionuclides decreases depending on climatic conditions and the characteristics of the vegetation cover, which is dominated by forests. Monitoring of the soils of industrial facility of JSC "Gazpromneft-OOR" showed that the soils are not contaminated with artificial radionuclides. It was revealed that the radiological situation within the 30-km zone is favorable.

**Ключевые слова:** радионуклиды; мониторинг; радиационная авария; удельная активность; фоновые значения.

**Keywords:** radionuclides; monitoring; radiation accident; specific activity; background values.

Опасность загрязнения почвы радиоактивными веществами определяется уровнем ее возможного негативного влияния на компоненты окружающей природной среды, пищевые продукты и опосредованно на человека, а также на биологическую активность почвы и

процессы ее самоочищения. Таким образом, исследование содержания токсичных компонентов (радионуклидов) в почвах важны, а разработка методов оценки степени загрязнения почв является очень актуальной задачей.

Цель данной работы – оценить уровень загрязнения почв на содержание радионуклидов в промышленных и нефтегазодобывающих объектах.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Рассмотреть основные нормативно-правовые документы, регламентирующие работу с почвами, грунтами в которых содержатся радионуклиды.
- Определить типы почв разных объектов.
- Мониторинг почв за содержанием в них радионуклидов.

Объектами исследования являются две крупномасштабные аварии, которые происходили в мире – Чернобыль и Фукусима. И промышленный объект - Газпром-ОНПЗ.

В настоящий момент на территории Российской Федерации нет документов, строго регламентирующих нормативное количество радионуклидов в почвах.

По гигиеническому нормативу СанПин 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности" НРБ-99/2009 предельные уровни загрязнения приняты для строительных материалов, такие как песок, гравий и другие строительные материалы. Удельная активность, которых не должен превышать  $A_{эфф} < 370$  Бк/кг для зданий и сооружений,  $A_{эфф} < 740$  Бк/кг для автодорожного строительства,  $A_{эфф} < 1500$  Бк/кг для автодорог за пределами населенных пунктов.

В 1991 году в Украине были приняты нормативы содержания радионуклидов только для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  для разных радиоактивных загрязненных территории. Данные нормативы были закреплены в законе Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы»

Для ограничения введения сельскохозяйственного производства принятие данных нормативов было достаточно. Действующие гигиенические нормативы устанавливают содержание в продукции сельского хозяйства допустимого содержания радионуклидов, что соответственно требует нормирования содержания радионуклидов в различных почвах [1-5].

Чернобыль.

Самой серьёзной катастрофой в атомной энергетике является Чернобыльской катастрофа, которая произошла ночью 26 апреля 1986 г.

В окружающую природную среду зоны влияния Чернобыльской аварии попало значительное количество частиц ядерного топлива, трансурановых элементов и чрезвычайно большое количество  $^{137}\text{Cs}$  [6].

Роль  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239}\text{Pu}$  и по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$  в чернобыльской зоне оказалась существенной лишь для относительно небольших территорий.  $^{137}\text{Cs}$  стал главным дозообразующим радионуклидом после аварии на ЧАЭС [7].

В почвенном покрове ЧЗО ведущую роль играют дерново-подзолистые почвы, которые занимают 36,4% ее площади. Среди дерново-подзолистых почв наиболее распространенные дерново-слабоподзолистые и дерново-средне подзолистые. Именно максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в дерново – подзолистых почвах отмечено на глубине 0–10 см

Отметим, что за прошедшее после аварии время уровень загрязнения почв зоны ЧАЭС существенно снизился [8]. Однако, не смотря на понижения активности  $^{137}\text{Cs}$ , исследователи отметили роста  $^{241}\text{Am}$ . Данное заключение говорит о том, что возможна новая волна загрязнения Чернобыльской зоны америцием [9].

Фукусима.

Еще одна авария, которая произошла 1 марта 2011 года в Японии в результате землетрясения и цунами АЭС Фукусима-1.

В районе расположения АЭС «Фукусима» и прилегающих к ней территориях, которые в настоящее время загрязнены радионуклидами, преобладают следующие типы почв: коричневые лесные почвы, (с небольшими участками торфяных почв), Аллювиально-

подзолистые почвы, развивающиеся на аллювиальных отложениях и др. Коричневые лесные почвы (камбизолы), андозолы и влажные андозолы, оглеенные почвы, коричневые лесные почвы и серые низинные почвы [10].

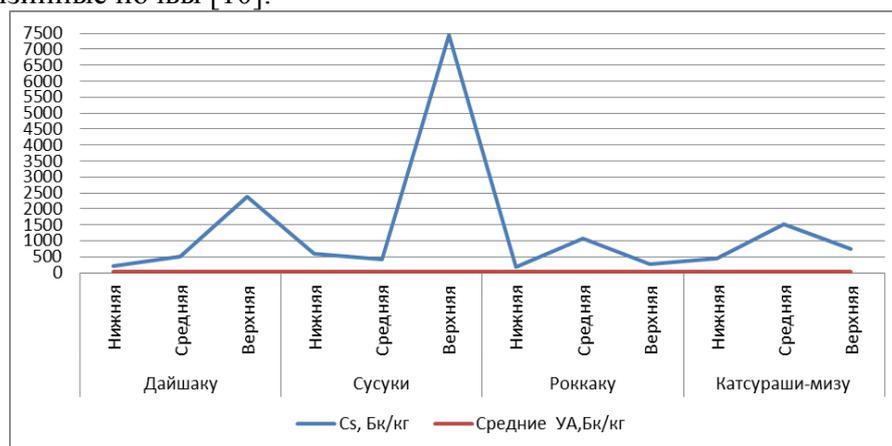


Рисунок – Содержание радиоцезия в почвах АЭС Фукусима

По данным через 3 года после аварии  $^{137}\text{Cs}$  распространился в почве неравномерно (см. рисунок). Основное содержание радионуклидов осталась в надземной части, несмотря даже на большое количество осадков, которое достигает около 1200 мм в период лета и осени. Содержание радионуклидов отмечается в подстилке, это, вероятно, связано с ее мощностью (до 2 см) и проективным покрытием (90–100%), В поверхностном 0–2.5 см слое было обнаружено около 80% содержание  $^{137}\text{Cs}$ . Это связано с гранулометрическим составом почв, а именно с повышенным содержанием среднedisперсных и илистых фракций (>55%), и с большим содержанием органического вещества в верхнем слое (5–9%). в котором пористость – меньше, а инфильтрационная способность почвы – ниже [11].

Газпромнефть – ОНПЗ.

На территории Омской области преобладают черноземы обыкновенные

Почвы г. Омска состоят из: лугово-чернозёмных, чернозёмно-луговых, луговых, солонцов, аллювиальных и болотных, серых лесных осолоделых, чернозёмов обыкновенных.

По последним данным концентрация естественных радионуклидов в почве Омской области ниже среднероссийского уровня (см. таблицу).

Таблица – Среднее содержание радионуклидов в почвах Омской области, Бк/кг

|                     | Стронций-90 | Цезий-137 | Калий-40 | Радий-226 | Торий-232 |
|---------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Омская область      | 1,2         | 12,6      | 356      | 18,8      | 22,9      |
| В среднем по России | 6,5         | 22,0      | 520      | 27        | 30        |

По данным лаборатории за 2018г. по содержанию радионуклидов показывает, отсутствие превышение среднего значения по России (110,5 Бк/кг). Если сравнивать с средними показателями по области (80,0 Бк/кг), то содержание радионуклидов, которые отбирались в точке ЕРН18-171 равна со средними показателями по области. Это свидетельствует о том, что в целом почва Омска не загрязнена.

За 2019 г. удельная эффективная активность радионуклидов показывает 68,3Бк/кг, что не превышает среднее значения по России (110,5 Бк/кг) и среднее значение по области с показателем (80,0 Бк/кг).

За 2020 г. удельная эффективная активность радионуклидов показывает 74,3 Бк/кг, что не превышает среднее значения по России (110,5 Бк/кг) и среднее значение по области с показателем (80,0 Бк/кг).

В грунтовых водах, а также в почвообразующих породах можно отметить содержание естественных радионуклидов, что обосновывает превышение в почвенных образцах некоторое отклонение среднего значения по стране. Таким образом, содержание радионуклидов остается на стабильном уровне, так как наиболее опасные искусственные радионуклиды не превышают контрольные значения.

Заключение:

1. В результате проведенного анализа нормативно-правовых документов, регламентирующие работу с почвами в которых содержатся радионуклиды, было выявлено отсутствие законодательной базы в области нормирования содержания радионуклидов в почвах. Это делает невозможным определение безопасной концентрации радионуклидов почвах. Для определения нормативов содержания радионуклидов в почвах земель необходимо проведение фундаментальных исследований.

2. В мире существуют две крупномасштабные аварии уровня 7 по оценке Международной шкале ядерных событий (INES). Это аварии Чернобыльская и Фукусима-1.

В результате проведенного литературного анализа содержание радионуклидов в почвах двух территорий выяснено, что основная доля радионуклидов остается в надземной части. Концентрация радионуклидов уменьшается в зависимости от климатических условий и особенностями растительного покрова, в которых преобладают леса.

3. Мониторинг почв промышленного объекта г. Омска показал, что в почвах города преобладают такие почвы, для которых свойственно прочное закрепление радиоактивных элементов в верхних почвенных слоях. В целом, содержание радионуклидов в почвах существенно не превышает удельные эффективные активности по России и по области, также техногенные опасные радионуклиды не превышают контрольные значения.

#### Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, 2018. 12с.
2. ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов». М.: Стандартинформ, 2007. 12с.
3. Методике измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс»
4. СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100с.
5. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» із змінами та доповненнями. – Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР), 1991. № 16. 198 с.
6. Яблоков А.В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В., Преображенская Н.Е. Чернобыль: последствия Катастрофы для человека и природы. // Товарищество научных изданий КМК, 2016. 826 с.
7. Топурия Г. М. Биоресурсный потенциал и использование почв в зоне экологического влияния чернобыльской АЭС // Известия ОГАУ. 2004. №3-1. С. 133-137
8. Романенко В.Д. Радиозкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС для пресноводных экосистем // Известия Самарского научного центра РАН. 2006. №1. С. 30- 56.
9. Научное решение чернобыльских проблем (основные итоги 2001 года) / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь, Респ. науч.- исслед. унитарное предприятие «Институт радиологии». Минск, 2002. 44 с.

10. Москальчук Л. Н., Баклай А. А., Леонтьева Т. Г. Радиоактивное загрязнение почв Японии и проблема их реабилитации //Сосны НАН 2015. 234-242с.
11. Комиссаров М.А., Огура М. Распределение и миграция радиоцезия в склоновых ландшафтах через 3 года после аварии на АЭС Фукусима-1// Почвоведение, 2017, № 7, с. 886–896.

УДК 621.311.42

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

*Люкию Елена Сергеевна*

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск*

E-mail: esl18@tpu.ru

## RASINF SAFETY IN THE EXPLOITATION OF TRANSFORMER SUBSTATIONS

*Liukiiu Elena Sergeevna*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** статья посвящена повышению безопасности при эксплуатации трансформаторных подстанций. Производился анализ факторов и причин, способных вызвать взрыв трансформатора. Описана вероятностная модель развития событий, которые могут привести к взрыву трансформаторной подстанции. С помощью метода экспертных оценок определены наиболее возможные причины взрыва трансформатора и предложены мероприятия по повышению безопасности.

**Abstract:** the paper is devoted to improving the safety in the operation of transformer substations. The analysis of the factors and causes that could cause the explosion of the transformer was made. A probabilistic model of the development of events that can lead to an explosion of a transformer substation has been built. Using the method of expert assessments, the most possible causes of a transformer explosion were identified and measures to improve safety were proposed.

**Ключевые слова:** трансформаторная подстанция, трансформатор, оценка риска, взрыв трансформатора.

**Keywords:** transformer substation, transformer, risk assessment, transformer explosion.

В современном мире существование человечества практически невозможно без электрической энергии. В науке, промышленной деятельности, быту и во многих других отраслях электрическая энергия играет немаловажную роль. Отличительной особенностью электроэнергии является её способность перерастать в другие виды энергии, например, в тепловую или механическую. Трансформаторные подстанции преобразуют энергию высшего напряжения в более низкое или наоборот. Соответственно данные подстанции бывают повышающими или понижающими.

В данной статье рассматривается трансформаторная подстанция, расположенная на территории г. Томск. Данная трансформаторная подстанция предназначена для преобразования электрической энергии напряжением 110 кВ в напряжение 35 кВ и 10 кВ.

Основное функциональное назначение – объект производственного назначения. Основными технологическими процессами в рамках производства являются прием, передача, трансформация и перераспределение электрической энергии.

В качестве метода исследования был выбран вероятностный метод. С помощью данного метода можно представить исходные события, которые в дальнейшем могут привести к чрезвычайной ситуации.

В ходе исследования были построены «дерево неисправностей» и «дерево событий» и сформирована диаграмма «галстук-бабочка».