

Общество с ограниченной ответственностью
«АГЕНТСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»
«АЛЬФА-Х91»



СОГЛАСОВАНО:

Президент

Российского Зеленого Креста,

_____ С.И. Барановский

«__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

«АЭБ «Альфа-Х91»

_____ А. А. Екидин

«__» _____ 20__ г.

ЭКСПРЕСС-ОТЧЁТ

**Предэксплуатационные исследования в районе размещения
Белорусской АЭС (нулевой фон)**

Екатеринбург, 2019 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,

к. ф.-м. н.

_____ А. А. Екидин
подпись, дата

Исполнители темы,

От «АЭБ «Альфа-X91»:

к. т. н.

_____ А. В. Васильев
подпись, дата

м. н. с.

_____ М. Е. Васянович
подпись, дата

м. н. с.

_____ Е. И. Назаров
подпись, дата

м. н. с.

_____ М. Д. Пышкина
подпись, дата

Нормоконтролер

_____ А. В. Вожаков
подпись, дата

От АНО «НПО «Энергия и Экология»:

Директор

_____ Д. В. Шмаков
подпись, дата

От ООО «Научно-производственный центр «Электроспиннинг»:

Директор, к.т.н.

_____ И. А. Капустин
подпись, дата

Инженер

_____ И. А. Привалов
подпись, дата

Реферат

В настоящем отчете представлена предварительная информация о состоянии экологической и радиационной безопасности в районе строительства Белорусской АЭС, предназначенная для представления широкой общественности. Итоги международной экспедиции войдут в отчет по программе послепроектного анализа, который в настоящее время разрабатывается в соответствии с обязательствами Республики Беларусь в рамках Конвенции Эспо.

В процессе проведения полевого этапа экспедиции произведена пешеходная гамма-спектрометрическая съемка в 158 точках вокруг периметра площадки Белорусской АЭС, в 62 точках вдоль береговой линии реки Вилия. В контрольном участке реки Вилия (ниже устья реки Полпе), на участках реки Вилия ниже водозабора и ниже сброса пром.-ливневой канализации измерена удельная активность донных отложений (33 точки) и воды (4 точки). Измерения дополнены автомобильной гамма-съемкой (951 точка), что позволило расширить площадь обследования. Выполнен отбор проб растительности, воздуха, воды, почвы с целью определения удельной активности радионуклидов.

Выбор критического участка облучения населения от выбросов радиоактивных веществ в штатных условиях эксплуатации Белорусской АЭС выполнен с применением расчетно-математических методов. Выполнена полевая спектрометрическая съемка на критическом участке методом конверта со стороной 100 м: 4 точки в углах и одна точка в центре.

Камеральная обработка отобранных проб позволяет получить оценку радиоз экологического состояния окружающей среды в районе строительства АЭС. Практический опыт и результаты проведенного общественного предэксплуатационного обследования могут быть тиражированы на других ядерно- и радиационно опасных объектах как на территории России, так и за ее пределами.

Отчет, 20 листов машинописного текста, 17 рисунков, 8 ссылок на первоисточники.

Ключевые слова: Белорусская АЭС, мониторинг радиоз экологической ситуации, окружающая среда.

Оглавление

Реферат	3
Введение.....	5
1. Материалы, приборы и методы.....	6
1.1. Полевая гамма-спектрометрическая съемка	6
1.2. Исследования участков р.Виля	8
1.3. Фоновое содержание радиоактивных аэрозолей в приземном слое воздуха	10
1.4. Определение критической точки местности	11
2. Результаты и обсуждение	13
Заключение	19
Список литературы	20

Введение

Важным элементом диалога эксплуатирующей организации с заинтересованной общественностью о безопасности нормальной эксплуатации АЭС является уровень осведомленности заинтересованных сторон о формировании радиоэкологической ситуации в районе размещения АЭС на всех этапах жизненного цикла станции. Для предупреждения ошибочной интерпретации данных радиационного мониторинга при нормальной эксплуатации АЭС целесообразно проведение предэксплуатационных исследований для определения «фоновых» радиационных уровней окружающей среды и концентраций радионуклидов для последующего определения воздействий источника [1, 2].

По инициативе Белорусской АЭС, в период с 15 по 20 августа 2019, проведены полевые работы международной общественной радиоэкологической экспедиции в районе расположения атомной станции. В процессе проведения полевого этапа экспедиции произведена пешеходная гамма-спектрометрическая съемка вокруг периметра площадки Белорусской АЭС и береговой линии реки Виля, измерена удельная активность донных отложений и воды в контрольном створе реки Виля (ниже устья реки Полпе), точках водозабора и сброса реки Виля. Измерения дополнены пешеходной и автомобильной гамма-съемкой, что позволило расширить площадь обследования. Выполнен отбор проб растительности, воздуха, воды, почвы с целью определения удельной активности радионуклидов. Камеральная обработка отобранных проб позволяет получить оценку радиоэкологического состояния окружающей среды в районе строительства АЭС.

Планирование и проведение исследований в рамках международной общественной радиоэкологической экспедиции опирались на опыт проведения аналогичных мероприятий российской эксплуатирующей организацией АО «Концерн Росэнергоатом» и Фонда «Ассоциация территорий расположения атомных электростанций», занимающегося вопросами экономического и инфраструктурного развития территорий вокруг АЭС, а также вопросами экологической безопасности. Организацию международной общественной радиоэкологической экспедиции осуществлял российский «Зеленый крест» – неправительственная общественная организация, член Международной ассоциации «Зелёный крест». Полевые работы выполнялись специалистами агентства экологической безопасности «Альфа-Х91», научно-просветительской организации «Энергия и Экология». Техническую поддержку экспедиции оказывали Научно-производственное предприятие «Атомтех» и группа компаний «Технологии электроформования».

Полученная в ходе экспедиции информация о состоянии экологической и радиационной безопасности в районе строительства АЭС, а также выводы и предложения по результатам экспедиции предназначены для их представления широкой общественности. Итоги международной экспедиции войдут в отчет по программе слепого анализа, который в настоящее время разрабатывается в соответствии с обязательствами Республики Беларусь в рамках Конвенции Эспо.

Наиболее эффективным использованием полученных результатов предэксплуатационных исследований «нулевого фона» может стать проведение систематических наблюдений за радиоэкологической ситуацией в районе расположения АЭС. Повторные измерения целесообразно провести спустя год после физического пуска Белорусской АЭС с привлечением представителей заинтересованной общественности.

Практический опыт и результаты проведенного общественного предэксплуатационного обследования могут быть тиражированы на других ядерно- и радиационноопасных объектах в различных странах.

1. Материалы, приборы и методы

При выборе приборов и методов для проведения предэксплуатационных исследований «нулевого фона» Белорусской АЭС учитывались рекомендации МАГАТЭ и опубликованные данные об основных дозообразующих радионуклидах в сбросах и выбросах АЭС [1–7]:

- присутствие природных радионуклидов (^{40}K , цепочки распада изотопов урана и тория, космогенные радионуклиды, включая ^3H , ^{14}C);
- возможность остаточного загрязнения в результате прошлой практики, аварий или глобальных выпадений после испытаний ядерного оружия (прежде всего ^{137}Cs , ^{90}Sr , а также ^3H , ^{14}C);
- ожидаемые к поступлению в окружающую среду радионуклиды (без учета ИРГ) при нормальной эксплуатации АЭС с РУ ВВЭР (прежде всего ^3H , ^{14}C , ^{137}Cs , а также ^{24}Na , ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{131}I) – разрешенные сбросы и выбросы радионуклидов, не создающие дозу выше установленной квоты облучения;
- возможные пути поступления радионуклидов в окружающую среду при нормальной эксплуатации АЭС.

Объекты полевых исследований включали:

- воду и донные отложения реки Вилия в зоне воздействия Белорусской АЭС;
- территорию вблизи размещения энергоблоков Белорусской АЭС;
- участок территории с потенциально максимальной приземной концентрацией радионуклидов от предполагаемых выбросов Белорусской АЭС при нормальной эксплуатации – критическая точка;
- почву на обследуемых участках;
- доминирующие виды наземной и водной растительности в зоне воздействия Белорусской АЭС.

Отбор образцов доминирующих видов растительности, сред водных объектов и атмосферного воздуха вблизи размещения АЭС позволяет сделать оценки фоновое содержания ^3H , ^{14}C до начала ее эксплуатации.

1.1. Полевая гамма-спектрометрическая съемка

На территории вблизи размещения энергоблоков Белорусской АЭС предварительно планировалось проведение полевой гамма-спектрометрической съемки в полосе шириной 500-600 м от периметра площадки АЭС по регулярной сетке 100×200 м.

В результате обсуждения программы работ со специалистами Белорусской АЭС (см. рис.1), предварительно намеченные точки регулярной сетки были оптимизированы с целью, предотвращения нарушения режима физической защиты атомной станции и обеспечения безопасности исследователей (см. рис. 2).



Рисунок 1 – Обсуждение программы работ со специалистами Белорусской АЭС.



Рисунок 2 – Точки полевой гамма-спектрометрической съемки

При выборе аппаратуры для выполнения полевых исследований учитывалась доступность аттестованных средств измерения любыми заинтересованным лицам, как в стране размещения Белорусской АЭС, так и за ее пределами. Применение в последствии (в период эксплуатации АЭС) доступных аттестованных средств измерения, позволит обоснованно сопоставлять результаты мониторинга (общественного, производственного, государственного) и выявлять изменения радиоэкологической ситуации. В качестве основного средства измерения для проведения полевой гамма-спектрометрической съемки береговой линии и территории вокруг Белорусской АЭС был выбран МКС-АТ6101ДР (НПП «Атомтех», г.Минск). Верификация (подтверждение) полученных данных с помощью МКС-АТ6101ДР проводилась путем дублирования измерений полевыми приборами МКС-АТ6102А, МКГ-АТ1321, МКС-АТ6101С. Для исследования *in situ* (лат. – на месте) содержания гамма-излучающих радионуклидов в воде и донных отложениях применялся погружной гамма-спектрометр МКС-АТ6104ДМ (НПП «Атомтех», г.Минск).

В состав МКС-АТ6101ДР и МКС-АТ6104ДМ входил блок обработки информации (БОИ), позволяющий визуализировать спектр гамма-излучения в измеряемой точки местности (см. рис. 3 в). Измерения дополнены автомобильной гамма-съемкой при помощи спектрометра для радиационного сканирования МКС-АТ6101С, что позволило расширить площадь обследования. Все использованные полевые приборы имеют действительные сертификаты средств измерения. Перед началом экспедиции приборы прошли калибровку.



Рисунок 3 – Средства измерения для проведения исследования *in situ*:

а – МКС-АТ6101ДР, *б* – МКС-АТ6104ДМ, *в* - БОИ

Корректность оценки содержания радионуклидов *in situ* подтверждалась методом отбора проб почвы. Местоположение точек отбора проб почвы представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 – расположение точек отбора проб почвы.

1.2. Исследования участков р.Вилия

Для исследования береговой линии на трех участках реки Вилия, протяженностью 1 км каждый, применялся метод полевой спектрометрии (см. рис.5). Участок 1 – расположен ниже устья реки Полпе. Участок 2 расположен ниже места забора воды для нужд атомной станции, но выше точки сброса пром.-ливневой канализации (ПЛК) АЭС. Участок 3 расположен ниже точки сброса ПЛК АЭС. На каждом участке выполнено по 11 гамма-спектрометрических измерений дна. Проведение гамма-спектрометрического измерения воды оказалось возможным только в четырех точках, где глубина реки Вилия превышала 1,5 м, что позволило провести измерения в геометрии 4π.

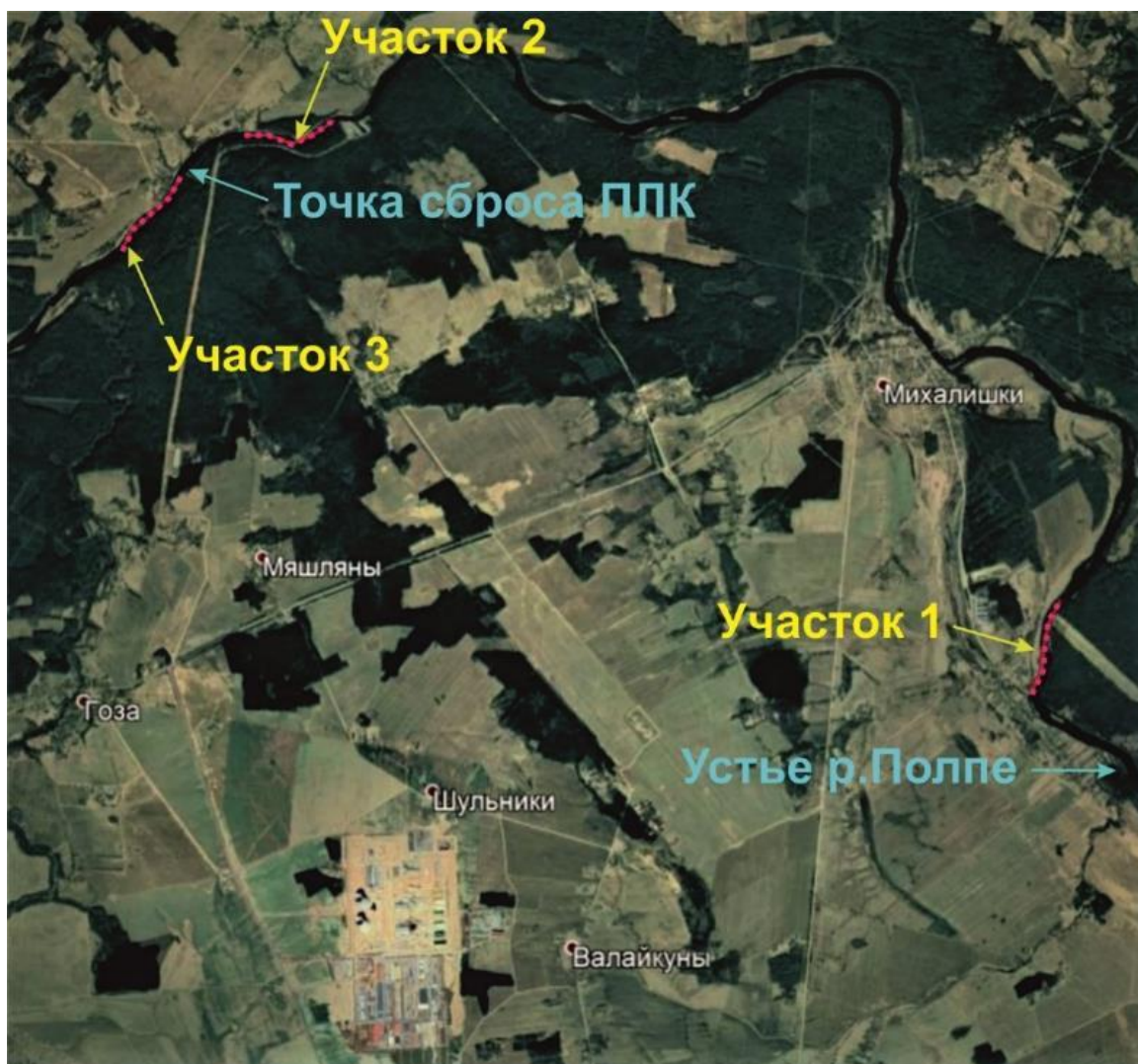


Рисунок 5 – расположение участков обследования реки Вилия.

На каждом участке обследования реки Вилия выполнено не менее 11 гамма-спектрометрических измерений береговой линии, отобраны по одной пробе воды и по одной пробе донных отложений. Гамма-спектрометрические исследования участков береговой линии выполнялись параллельно несколькими (дублирующими) полевыми приборами (см. рис. 6), в число которых входили: МКС-АТ6101ДР, МКС-АТ6102А, МКГ-АТ1321, МКС-АТ6101С. На участках 1 и 3 отобраны пробы доминирующей водной

растительности (кладофора, рдест, элодея). На участке 2 отобраны 5 образцов доминирующей древесной растительности (ольха, липа, сосна, береза, дуб).



Рисунок 6 – Выполнение параллельных измерений двумя различными приборами на береговой линии реки Вилия МКС-АТ6101ДР, МКС-АТ6102А.

1.3. Фоновое содержание радиоактивных аэрозолей в приземном слое воздуха

Оценка фоновое содержания радиоактивных аэрозолей в приземном слое воздуха сделана на основе отбора воздуха при помощи воздухо-фильтрующих установок (ВФУ-1200). Отбор проб воздуха выполнялся на штатном пункте наблюдений на метеорологической станции Маркуны (см. рис. 7). Радиоактивные аэрозоли улавливали на аналитическом фильтрующем материале ФПС-ВГ, который был разработан специально для проведения низкоуровневого радионуклидного мониторинга атмосферы службами специального контроля Министерства обороны, Росатома, Росгидромета и МЧС. Материал обладает высокой эффективностью улавливания аэрозолей, что позволяет сконцентрировать их большие количества. Объем прокаченного воздуха через материал составил 30 000 м³. В качестве сорбционно-фильтрующих материалов для улавливания радиоактивного газообразного йода использовались материалы СФМ-2И-ПС. Импрегнированный сорбент, содержащийся в материале, имеет высокие показатели эффективности улавливания газообразного радиоактивного йода в любых химических формах. Объем прокаченного воздуха через материал составил 25 000 м³.

Там же, одновременно проводился и отбор проб для определения в воздухе радиоактивного углерода и трития. Объем проб составил 1800 литров, что позволяет с большой долей вероятности определить их наличие и концентрации в воздухе.



Рисунок 7 – Сбор и установка ВФУ-1200 и стенда контроля углерода и трития на метеорологической станции Маркуны.

1.4. Определение критической точки местности

Критической точкой местности называют точку, в которой реализуются максимальные уровни облучения людей от выбросов радиоактивных веществ организации с учетом всех путей облучения. Определение критической точки местности проводят для выявления уровня облучения людей с целью соблюдения основных пределов доз и нормирования величины выбросов радиоактивных веществ организации в соответствии с выделяемой дозовой квотой.

При выборе критической точки местности учитывают:

- метеорологические параметры местности (скорость и направление ветра, класс стабильности атмосферы, количество и тип осадков);
- радионуклидный состав и объем выброса (период полураспада, скорость сухого осаждения, скорость влажного выведения);
- географическое расположение организации (рельеф, половозрастная структура);
- корзина питания;
- параметры источника выброса.

Наибольший вклад в выбор критической точки местности вносят метеорологические параметры местности, а именно направление ветра. В данной работе был проанализирован архив метеорологических данных за последние 15 лет с метеостанции Лынтупы, находящейся в 50 км на северо-восток от города Островец и в 35 км на северо-восток от Белорусской АЭС. По метеорологическим данным получена роза ветров, представленная на рис.8. Наибольшая вероятность зафиксировать максимальные значения активности радионуклидов в приземном слое воздуха от выбросов при нормальной эксплуатации Белорусской АЭС будет в северо-восточном направлении от атомной станции – в румбе СВ.



Рисунок 8 – Роза ветров в месте расположения Белорусской АЭС

При самых неблагоприятных метеорологических условиях эта точка будет находиться перед населенным пунктом Новодрожки (*Навадро́жкі*) (см. рис.9).

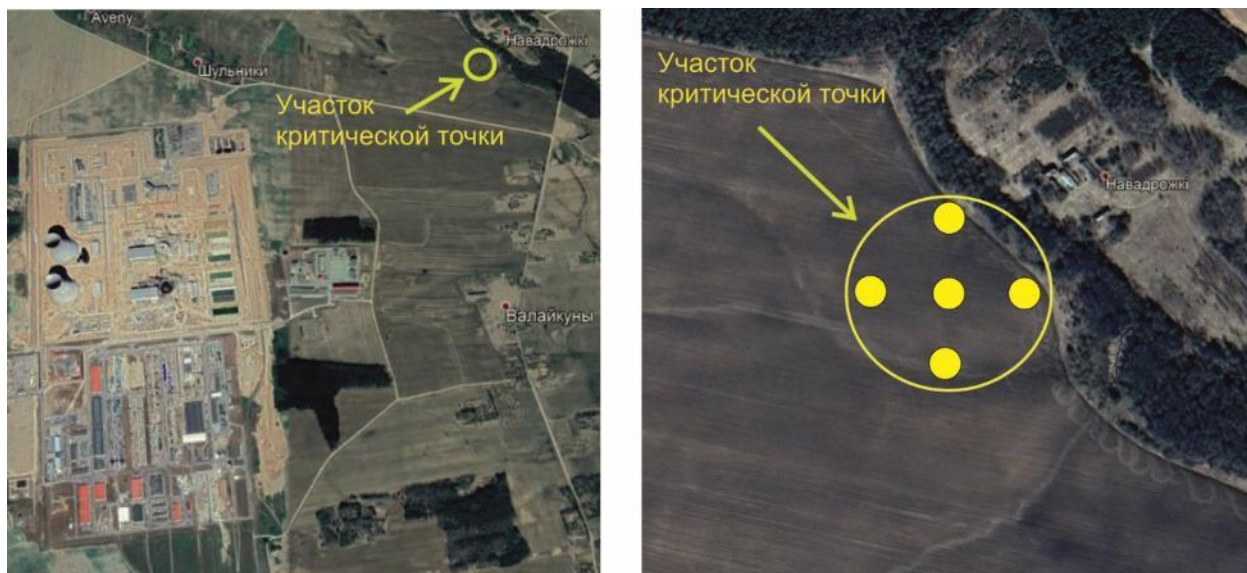


Рисунок 9 – Расположение участка «критическая точка».

Участок критической точки располагается на пашне в северо-восточном румбе от центра промышленной площадки Белорусской АЭС. В 150 м от данного участка за лесополосой расположен населённый пункт Новодрожки (*Навадрожкі*). Проведение измерений *in situ* выполнено в пяти точках методом конверта (см. рис.9). Отбор пробы почвы со стратификацией (0-10 см, 10-20 см, 20-30 см) выполнен в центральной точке участка.

Так как на пашне отсутствуют дикие виды травянистой и древесной растительности, образцы для определения фонового содержания ^3H , ^{14}C отбирались в лесополосе между участком «критическая точка» и деревней Новодрожки (*Навадрожкі*). Отобранные образцы травянистой растительности представлены на рисунке 10.



а

б

в

Рисунок 10 – Виды травянистой растительности на участке «критическая точка» отобранные для определения содержания ^3H , ^{14}C :
а – люпин, *б* – крапива, *в* – зверобой.

Отобранные образцы древесной растительности представлены на рисунке 11.



а

б

в

Рисунок 11 – Виды древесной растительности на участке «критическая точка» отобранные для определения содержания ^3H , ^{14}C :
а – осина, *б* – дуб, *в* – береза.

Количество измерений на обследуемых участках позволяют достоверно определить диапазон изменения мощности дозы и концентраций радионуклидов, формирующих фоновый уровень радиации. Влияние планируемых выбросов/сбросов при нормальной эксплуатации АЭС можно будет определить в случае превышения указанного диапазона изменения концентраций радионуклидов, формирующих фоновый уровень радиации.

2. Результаты и обсуждение

Нормальная эксплуатация любой ядерной установки предполагает возможность поступления в окружающую среду радиоактивных веществ в результате разрешенных сбросов в водные объекты и выбросов в атмосферу. С учетом специфичных для местоположения ядерной установки факторов разбавления, радиационное воздействие разрешенных выбросов и сбросов формирует облучение существенно ниже годового предела доз для критической группы населения. Практика эксплуатации АЭС в России показывает, что фактические сбросы и выбросы оказывают пренебрежимо малое радиационное воздействие на население и окружающую среду. Тем не менее, поступление в окружающую среду долгоживущих радионуклидов может приводить к локальным аномальным проявлениям их содержания в различных объектах окружающей среды [4, 5].

Атмосферные выбросы формируют неравномерное распределение радионуклидов по площади. В результате миграционных процессов радиоактивные вещества депонируются в различных почвенных горизонтах, накапливаются в растительности и живых организмах на территории выпадения. Сбросы приводят к накоплению радионуклидов донными отложениями, водной и прибрежной флорой и фауной.

Установленные свойства поверхностного распределения плотности активности выпавших радионуклидов показывают [8]:

- непрерывность функции, характеризующей распределение плотности активности по поверхности на территории выпадения;
- независимость вариабельности наборов данных от величины единицы масштаба отбора проб;

- квазистационарность – длительность во времени изменения функции распределения плотности активности по поверхности.

Основным следствием установленных свойств поверхностного распределения плотности активности выпавших радионуклидов является то, что адекватная оценка радиационной ситуации конкретных участков территории, не должна ограничиваться оценкой средних арифметических значений измеряемых величин. Требуется проведение исследования статистических характеристик, полученных данных о мощности дозы, удельной активности, поверхностной плотности активности и т.д., полученных для конкретных площадок – определение функции распределения. Другими словами – поиск семейства распределений, которое наилучшим образом описывает выборки полученных данных. Согласно данным, полученным в результате обследования загрязнения почвы, приближенной моделью выборок плотности активности для определённого класса участков является семейство логнормального распределения [8].

Выполнение программы комплексов полевых работ на территории потенциального воздействия Белорусской АЭС и лабораторные исследования отобранных образцов почвы, воздуха, воды, донных отложений, водной растительности, травянистой и древесной растительности позволят сделать оценку «нулевого фона» в районе размещения атомной станции. В настоящей работе оценка «нулевого фона» означала определение важных параметров, характеризующих радиоэкологическую ситуацию до начала эксплуатации Белорусской АЭС. В качестве таких ключевых параметров были выбраны:

- мощность дозы (мкЗв/ч) на прилегающей к АЭС территории, на участке расположения критической точки, на участках береговой линии р.Виля;
- содержание гамма-излучающих радионуклидов (удельная активность, Бк/кг) в почве исследуемой территории, воде и донных отложениях обследованных участков р.Виля;
- содержание гамма-излучающих радионуклидов в приземном слое воздуха;
- содержание трудноопределяемых радионуклидов ^3H , ^{14}C в воде, водной растительности, наземной растительности, воздухе.

В результате выполнения пешеходной гамма-спектрометрической съемки в 158 точках (рис. 12-13) вокруг периметра площадки Белорусской АЭС (включая контрольный участок) установлены диапазоны изменения измеряемых параметров:

- мощность дозы от 0,048 мкЗв/ч до 0,085 мкЗв/ч;
- удельная активность ^{40}K (природный радионуклид) от 460 Бк/кг до 1100 Бк/кг;
- удельная активность ^{226}Ra (природный радионуклид) от 6,3 Бк/кг до 30,4 Бк/кг;
- удельная активность ^{232}Th (природный радионуклид) от 15,1 Бк/кг до 53,6 Бк/кг;
- удельная активность ^{137}Cs (техногенный радионуклид) во всех измеренных точках достоверно меньше 50,0 Бк/кг.

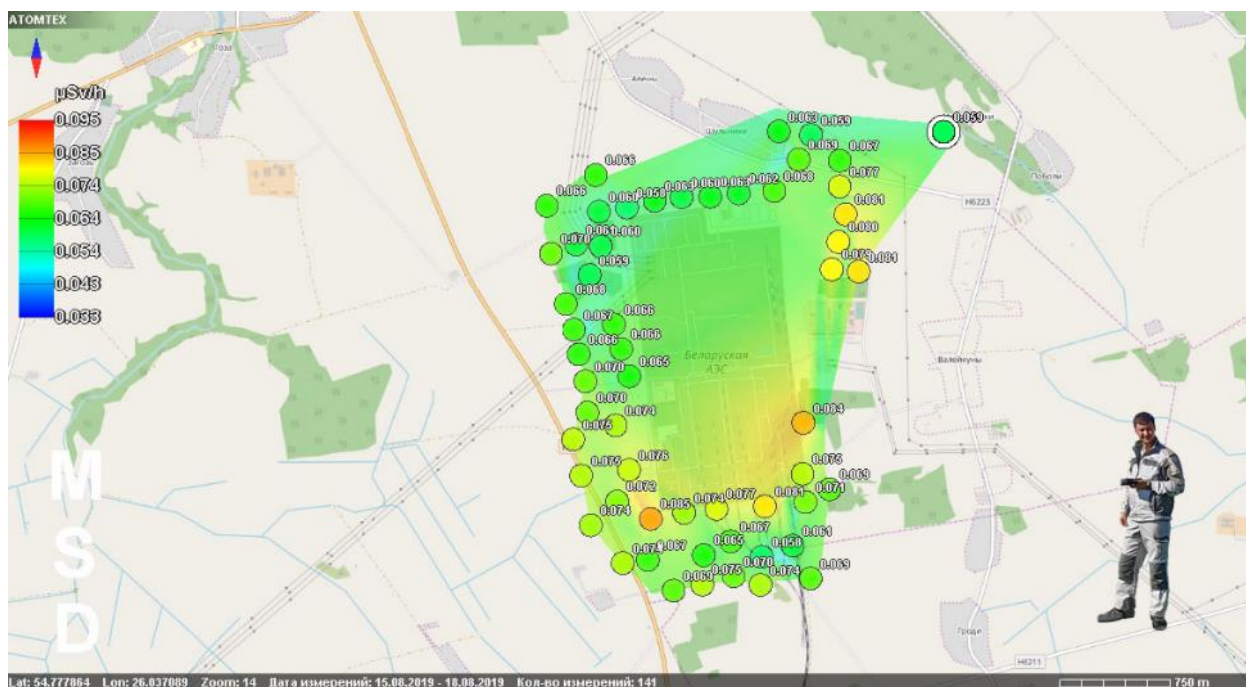


Рисунок 12 – Результаты пешеходной гамма-съемки. Мощность дозы (мкЗв/ч).

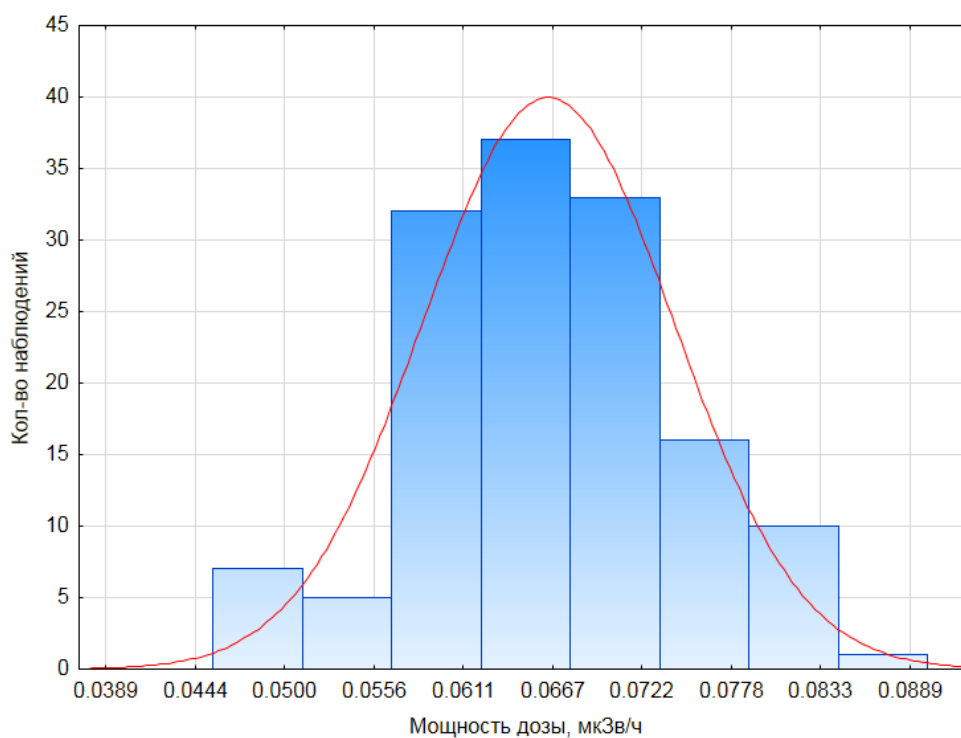


Рисунок 13 – Распределение полученных результатов пешеходной гамма-съемки.

Результаты автомобильной гамма-съемки в 951 точках, удаленной от промышленной площадки Белорусской АЭС территории, в целом совпадают по диапазону значений мощности дозы (от 0,049 мкЗв/ч до 0,093 мкЗв/ч; см. рис. 14) с результатами пешеходной, но отличаются бимодальностью формы функции распределения повторяемости результатов (см. рисунок 15). Наличие двух мод объясняется различием в покрытии автомобильных дорог (грунтовая и асфальтированная) по которым передвигался автомобиль в ходе гамма-съемки.

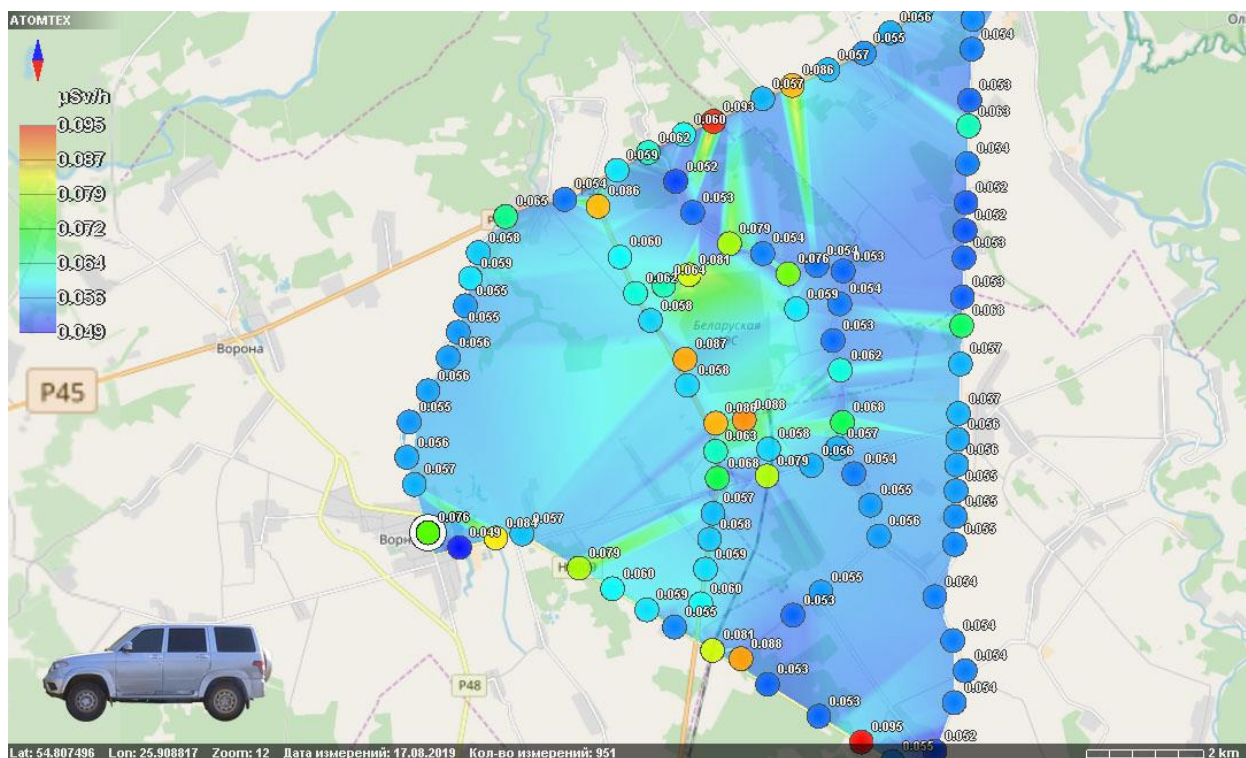


Рисунок 14 – Результаты автомобильной гамма-съемки. Мощность дозы (мкЗв/ч).

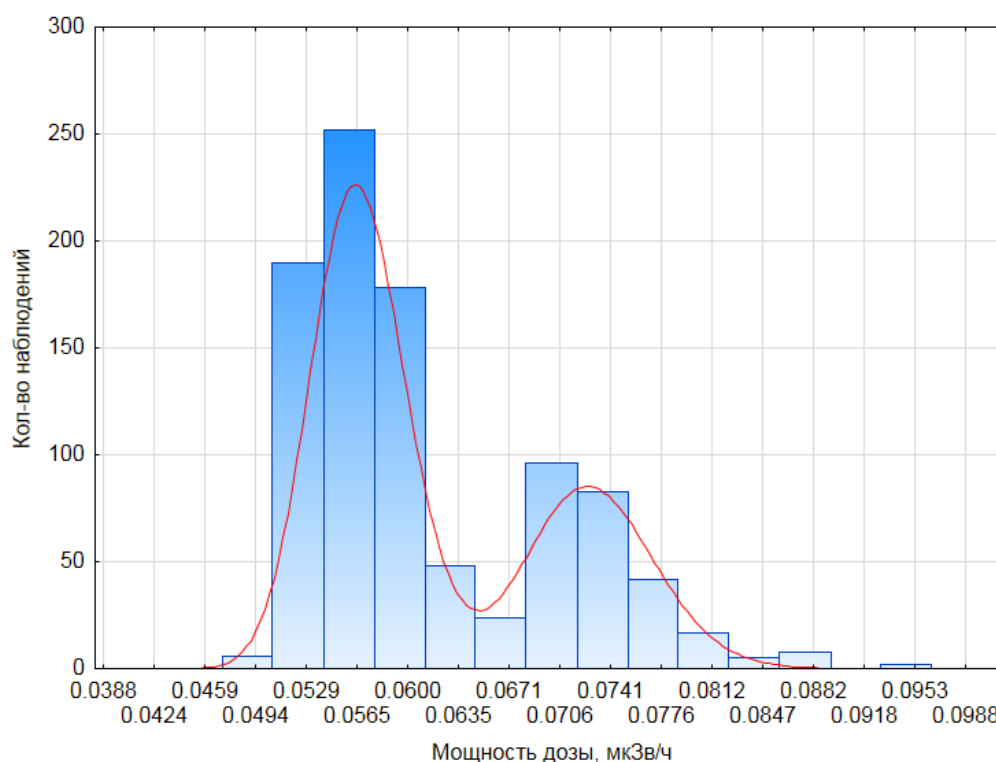


Рисунок 15 – Распределение полученных результатов автомобильной гамма-съемки.

Обследование территории включало отбор проб, что позволяет верифицировать полученные данные о содержании радионуклидов *in situ*. Измерение активности радионуклидов ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th присутствующих в почве осуществлялось с помощью гамма-спектрометра с полупроводниковым детектором из особо чистого германия РКГ-1 («BSI», г.Рига).

В отобранных на обследованной территории образцах почвы содержание природных радионуклидов не отличается от результатов, полученных *in situ* (рис. 16-17). Полученные значения удельной активности техногенного радионуклида ^{137}Cs (не более 7 Бк/кг на критическом участке) подтверждают результаты *in situ*, указывающие на содержание радиоактивного цезия в почве меньше, чем 50 Бк/кг (порог обнаружения данного радионуклида использованными в работе средствами измерения).

Результаты проведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки в 33 точках выбранных участков береговой линии р.Виляя показали:

- мощность дозы от 0,033 мкЗв/ч до 0,082 мкЗв/ч;
- удельная активность ^{40}K (природный радионуклид) от 220 Бк/кг до 701 Бк/кг;
- удельная активность ^{226}Ra (природный радионуклид) от 3,84 Бк/кг до 10,4 Бк/кг;
- удельная активность ^{232}Th (природный радионуклид) от 13,5 Бк/кг до 48,6 Бк/кг;
- удельная активность ^{137}Cs (техногенный радионуклид) во всех измеренных точках достоверно меньше 50,0 Бк/кг.

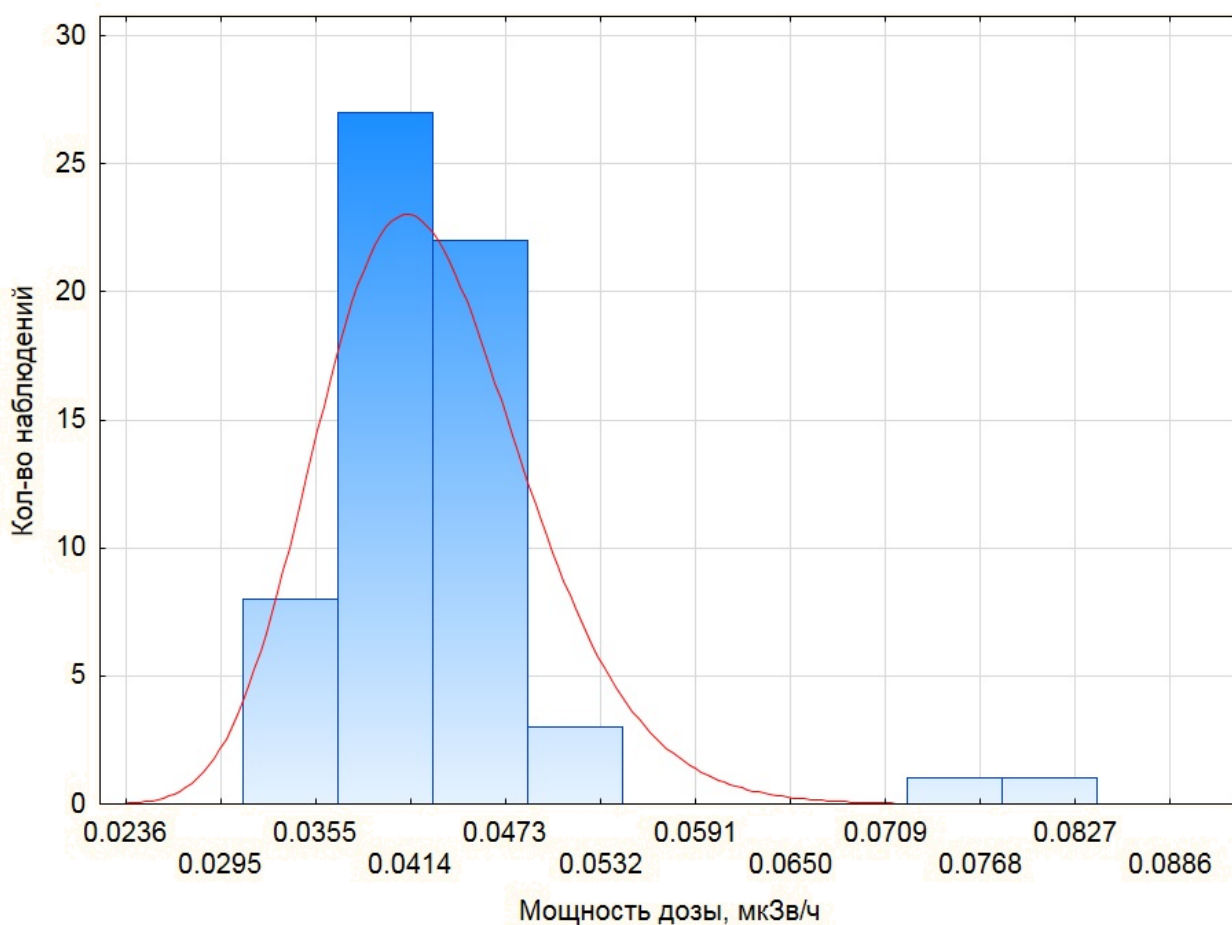


Рисунок 16 – Распределение полученных результатов гамма-съемки береговой линии реки Виляя.

Гамма-спектрометрическая съемка донных отложений в 33 точках русла р.Виляя на выбранных трех участках позволила достоверно определить содержание ^{40}K (природный радионуклид) в диапазоне от 357 до 745 Бк/кг. Удельная активность ^{137}Cs (техногенный радионуклид) во всех измеренных точках дна достоверно меньше 50,0 Бк/кг.

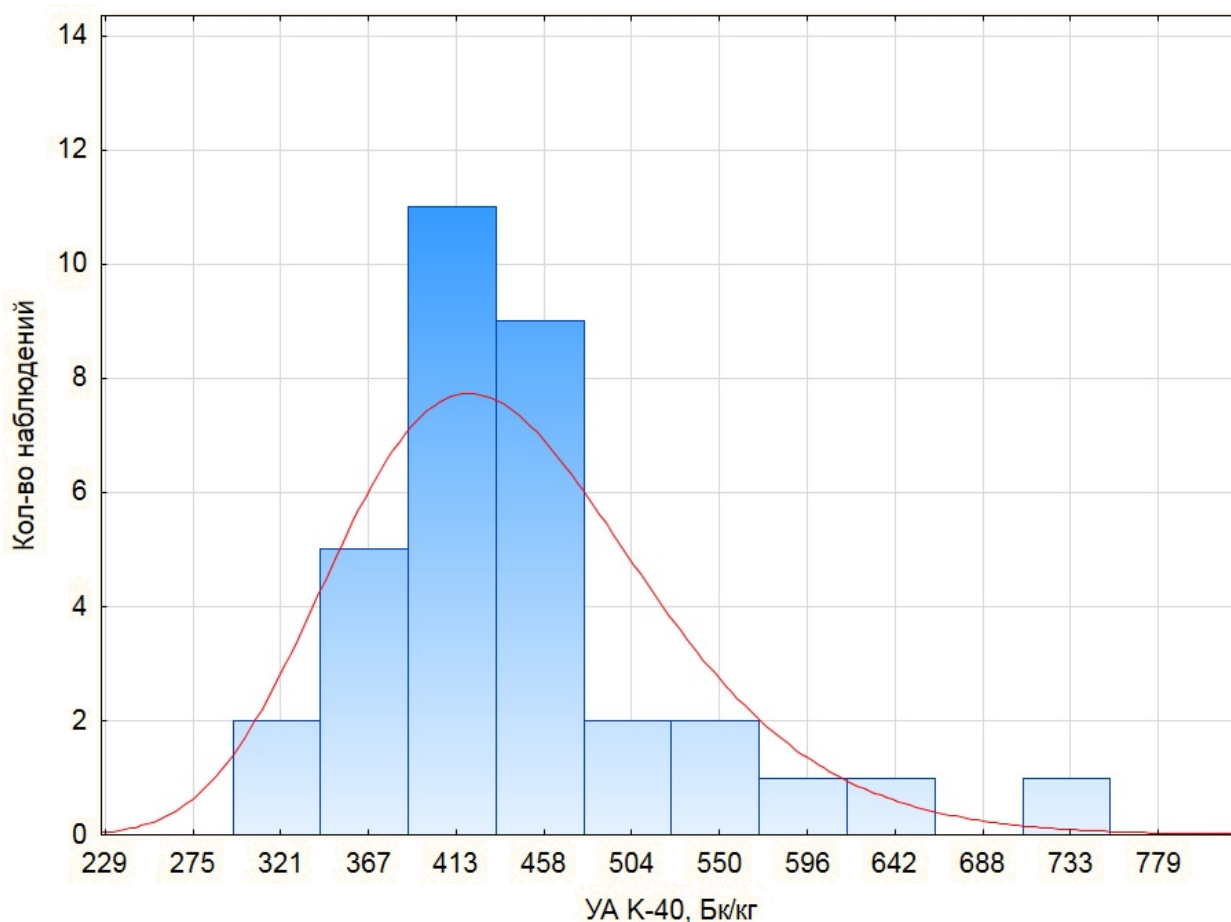


Рисунок 17 – Распределение полученных результатов измерения УА К-40 в донных отложениях реки Вилия.

Обработка полученных данных в полевой период экспедиции позволила получить функции распределения мощности дозы и активности радионуклидов для всех обследованных участков, которые являются важными характеристиками радиоэкологической ситуации перед началом эксплуатации на территории потенциального воздействия Белорусской АЭС. Изменение установленных диапазонов значений или изменение установленных форм функций распределений мощности дозы полученных величин, будет означать изменение радиоэкологической ситуации, вызванной внешним фактором.

Для определения содержания ^3H , ^{14}C выполняется подготовка счетных образцов проб воды, воздуха, водной и наземной растительности. Данные радионуклиды относятся к основным дозообразующим радионуклидам, поступающим в окружающую среду при нормальной эксплуатации АЭС (включая АЭС с реакторными установками ВВЭР/PWR). Мониторинг изменения содержания данных радионуклидов в объектах окружающей среды позволяет объективно оценивать радиационное воздействие на окружающую среду разрешенных сбросов и выбросов АЭС. Таким образом наряду с данными исследований, полученных *in situ* в полевых условиях, анализ данных о содержании ^3H , ^{14}C в воде, воздухе, водной и наземной растительности является важной характеристикой радиоэкологической ситуации.

Заключение

Программа полевых исследований выполнена полностью. Лабораторные исследования отобранных образцов окружающей среды находятся на стадии подготовки счетных образцов. Совокупность данных полевых и лабораторных исследований позволяет получить наиболее полную оценку радиэкологического состояния окружающей среды в районе строительства Белорусской АЭС.

Результаты выполненных предэксплуатационных исследований позволяют:

- предупредить ошибочную интерпретацию данных радиационного мониторинга при нормальной эксплуатации АЭС;
- обосновано установить предел обнаружения (минимальную обнаруживаемую активность) для последующих программ мониторинга (общественного, производственного, государственного);
- корректно определять профессиональное облучение работников при нормальной эксплуатации АЭС (доза от источников за вычетом фона);
- определить участки и сформировать регламенты для долговременного мониторинга радиэкологической ситуации, доступные для заинтересованных лиц;
- повысить осведомленность заинтересованных лиц о формировании радиэкологической ситуации в районе размещения Белорусской АЭС.

Представленная в настоящем отчете предварительная информация о радиэкологическом состоянии окружающей среды в районе строительства АЭС предназначена для представления широкой общественности. Все полученные материалы позволят сформировать наглядный материал для информационной работы с населением по оценке воздействия Белорусской АЭС.

Итоги международной экспедиции целесообразно включить в отчет по программе слепопроектного анализа, который в настоящее время разрабатывается в соответствии с обязательствами Республики Беларусь в рамках Конвенции Эспо.

Практический опыт и результаты проведенного общественного предэксплуатационного обследования могут быть тиражированы на других ядерно- и радиационноопасных объектах как на территории России, так и за ее пределами.

Список литературы

- [1] МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ. Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.8. ВЕНА, 2016.
- [2] REGULATORY CONTROL OF RADIOACTIVE DISCHARGES TO THE ENVIRONMENT. IAEA Safety Standards Series No. GSG-9. VIENNA, 2018.
- [3] INPRO Methodology for Sustainability Assessment of Nuclear Energy Systems: Environmental Impact of Stressors. IAEA Nuclear Energy Series. No. NG-T-3.15. VIENNA, 2016.
- [4] M.Vasyanovich, A.Vasilyev, A.Ekidin, I.Kapustin, A.Kryshev. Special monitoring results for determination of radionuclide composition of Russian NPP atmospheric releases / Nuclear Engineering and Technology Volume 51, Issue 4, July 2019, P. 1176-1179.
- [5] М.Е.Васьянович, А.А.Екидин, А.В.Васильев, А.И.Крышев, Т.Г.Сазыкина, И.В.Косых, И.А.Капустин. Determination of radionuclide composition of the Russian NPPs atmospheric releases and dose assessment to population / Journal of Environmental Radioactivity, Volumes 208–209, 2019, 106006.
- [6] Екидин А.А., Жуковский М.В., Васьянович М.Е. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ДОЗООБРАЗУЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВЫБРОСАХ АЭС / Атомная энергия. 2016. Т. 120. № 2. С. 106-108.
- [7] Екидин А.А., Антонов К.Л., Васильев А.В., Васьянович М.Е., Пышкина М.Д., Курындин А.В., Шаповалов А.С., Антушевский А.С., Семенов М.А., Мурашова Е.Л., Капустин И.А., Филатов И.Ю. ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ТРИТИЯ В АТМОСФЕРУ ИЗ БРЫЗГАЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ БАЛАКОВСКОЙ АЭС В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД / Ядерная и радиационная безопасность. 2017. № 3 (85). С. 35-46.
- [8] А.О.Грубич Загрязнение почвы атмосферными выпадениями. Статистические свойства / Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 230 с.