



Я.Ю. Мышкина,
(ЗАО «Альянс-Гамма»)

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

Радиационный мониторинг.

Методы проведения полевых радиоэкологических исследований.

Radiation monitoring.

Methodology for field radiation studies.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

При проектировании атомных электростанций должны быть соблюдены в полном объеме основные критерии и требования по обеспечению безопасности.

При проектировании атомной станции контроль ее экологической безопасности обеспечивает экологическая экспертиза проекта.

Площадка считается пригодной для размещения АЭС, если есть возможность обеспечить безопасную эксплуатацию станции с учетом технологических процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, а также безопасность населения и защиту окружающей среды от радиационного воздействия при нормальной эксплуатации и проектных авариях, ограничение такого воздействия при запроектных авариях.

Экологическое сопровождение проекта строительства АЭС можно разделить на три основных этапа, соответствующих этапам проектирования – ходатайству (декларации) о намерениях, обоснованию инвестиций в строительство, созданию проектной документации. Материалы, обосновывающие экологическую безопасность на каждом из этих этапов, различаются объемом и детальностью представляемой информации, определяемых, в свою очередь, степенью изученности экологических параметров территории площадки.

При подготовке ходатайства (декларации) о намерениях разрабатывается раздел «Природно-экологическая оценка района размещения атомной станции». Цель первого этапа – определение общих показателей экологического риска намечаемой деятельности в предполагаемом районе расположения АЭС и оценка возможных последствий такой деятельности для окружающей среды.

При подготовке обоснований инвестиций в строительство готовится раздел «Оценка воздействия на окру-

жающую среду» для определения возможных экологических и связанных с ними других последствий реализации инвестиционно-строительного проекта при различных вариантах размещения и функционирования АЭС (учитываются тип реактора, мощность, основные технологические и строительные решения, нормальный режим эксплуатации, аварии).

В составе проектной документации разрабатывается раздел «Охрана окружающей среды АЭС»; при этом осуществляется детальное изучение последствий реализации инвестиционно-строительного проекта для окружающей среды и населения.

Для прогноза воздействия проектируемой атомной станции на окружающую среду необходимо провести целый комплекс мероприятий, включая экологические и радиологические исследования. Экологические исследования выполняются с целью выявления и оценки воздействия строительства и эксплуатации АЭС на окружающую среду и для решения вопросов охраны и рационального использования объектов растительного и животного мира. Для выбора пункта размещения станции производится сбор, анализ и обобщение фондовых и справочных материалов по состоянию наземных и водных экосистем. Полученные данные уточняются рекогносцировочными обследованиями на местности.

Радиологические исследования проводятся для оценки возможного радиационного воздействия эксплуатационных и аварийных выбросов и сбросов атомной станции на население и окружающую природную среду и для организации радиоэкологического мониторинга района АЭС. С этой целью изучается фоновая радиоактивность территорий размещения объекта, выявляются прямые и косвенные пути попадания радиоактивных веществ в пищевые цепи.

■ Для организации мониторинга и прогнозирования на будущие десятилетия экологической обстановки в районе расположения АЭС целесообразно использовать геоинформационные системы.

Геоинформационная система (ГИС) представляет собой интегрированные в единой информационной среде электронные пространственно-ориентированные изображения (карты) и базы данных. Система хранит информацию в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Каждый слой состоит из данных на определенную тему. Слои-карты можно просматривать по отдельности или совмещать сразу несколько слоев, либо выбирать конкретную информацию из различных слоев и выводить ее на карту. Также можно моделировать различные ситуации, всякий раз получая изображения в соответствии с поставленной задачей. Программное обеспечение ArcGIS позволяет визуализировать (представить в виде цифровой карты) большой объем статистической информации, имеющей географическую привязку.

Исследования для выбора площадки размещения атомной станции включают:

- изучение γ -фона участка (для конкуретных площадок – на территории радиусом 0-3 и 0-10 км);
- анализ основных сельскохозяйственных продуктов, продуктов питания из рациона местных жителей, а также образцов пастбищ и кормовых трав на содержание естественных и искусственных радионуклидов (в пределах 10 км от потенциальной площадки);
- анализ проб почв и воды для определения их загрязнения искусственными радионуклидами.

При строительстве и эксплуатации АЭС контроль экологической безопасности обеспечивает экологический мониторинг в регионе размещения станции. Это комплекс системных наблюдений и измерений в окружающей природной среде, позволяющий оценить текущий уровень экологической безопасности АЭС, чтобы при необходимости своевременно рекомендовать мероприятия по исключению негативного влияния строительства и эксплуатации станции на окружающую среду, либо по снижению такого воздействия до уровня, определенного нормативными документами.

К основным задачам экологического мониторинга относятся:

- сбор данных, характеризующих состояние наземных и водных биогеоценозов, условий жизни местного населения;
- получение информации о факторах воздействия АЭС на природные комплексы и среду обитания людей, а также о поступлении, распределении и накоплении в элементах биогеоценоза каждого из загрязнителей;
- обработка полученных данных, оценка и прогноз последствий воздействия загрязнителей на состояние биогеоценозов в будущем;
- сопоставление фактического и прогнозируемого состояния биогеоценозов, условий жизни людей, оценка уровня экологической безопасности АЭС.

РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Радиационная обстановка района размещения Нижегородской АЭС определяется уровнем содержания естественных и техногенных радионуклидов в компонентах окружающей среды.

Анализ фондовых материалов по радиационной обстановке в Нижегородской АЭС области показывает, что основными источниками поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду являются:

- атмосферные выпадения глобально рассеянных ^{90}Sr и ^{137}Cs , природа происхождения которых связана с ядерными испытаниями 1954-1980 годов;
- перенос и выпадения радионуклидов, образовавшихся при аварии на Чернобыльской АЭС;
- поступление радионуклидов с газоаэрозольными выбросами радиационно-опасных объектов.

На территории Нижегородской области расположено три радиационно-опасных объекта: ОАО «ОКБМ Африкантов» (Нижний Новгород), пункт захоронения РАО филиала ФГУП «РосРАО» (80 км к северо-востоку от Нижнего Новгорода), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (Саров). Эти объекты не оказывают заметного влияния на радиационную обстановку в регионе. Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в 100-километровых зонах

СРЕДНЕГОДОВЫЕ СУТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СУММАРНОЙ β -АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2003-2007 ГОДАХ, БК/М²

Пункт наблюдений	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Арзамас	–*	1,5	1,2	1,1	1,3
Выкса	–	1,6	1,2	1,2	1
Лукоянов	0,9	1,7	1,1	1,2	0,8
Лысково	–	1,4	1,3	1,2	1
Нижний Новгород, ОГМС (Мыза)	0,7	2,4	0,6	1,1	0,9
Семенов	–	1,5	1,3	1,3	1
Шахунья	0,9	1,8	1,1	1,1	0,9
Среднее (по пунктам наблюдений)	0,8	1,7	1,1	1,2	1,0
Средневзвешенное по территории Центра ЕТР	1,0	1,3	1,2	1,2	1,0

* «-» – измерения не проводились

предприятий в 2003-2007 годах было на уровне фоновых значений, характерных для центра Европейской территории России, за исключением 2004 года (см. таблицу).

Основным источником загрязнения техногенными радионуклидами окружающей среды в Нижегородской области является атмосферные выпадения глобально рассеянных ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) в 2003-2007 годах изменялись от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона для данной местности.

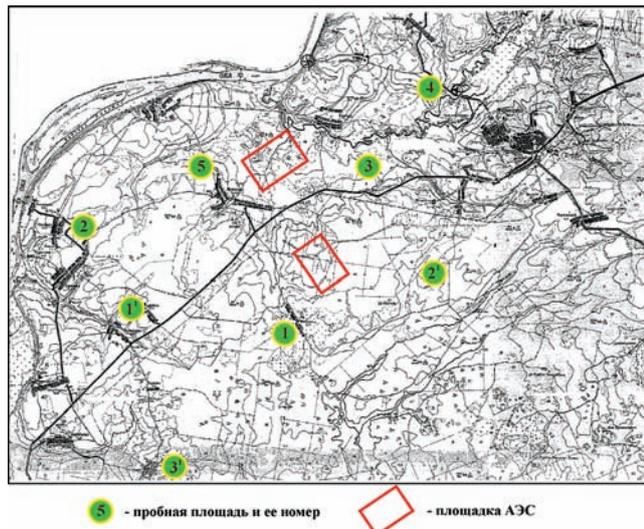
В 2005-2006 годах были проведены отборы проб воды рек Волги и Оки и измерение объемной суммарной α - и β -активности радионуклидов. Во всех образцах пробах $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ воды не превышала допустимого уровня по НРБ-99 (0,1 Бк/л для $\Sigma\alpha$ и 1 Бк/л для $\Sigma\beta$).

Среднегодовые значения объемной активности трития в осадках за рассматриваемый период времени изменялись незначительно (от 2,2 Бк/л до 2,5 Бк/л) и не превышали средних для территории РФ значений.



Рис. 1. Глинистый грунт на пробной площадке № 3 (Мартюшиха)

Рис. 2. Схема расположения участков отбора проб (район площадки «Юг»)



В 2007 году в различных пунктах на территории Нижегородской области были отобраны и исследованы пробы почв. Содержание радионуклидов в почвах соответствовало как природному фону, так и значениям, характерным для незагрязненных территорий Европейской части России. Удельная активность ^{137}Cs в пробах составляла менее 12 Бк/кг; уровень содержания ^{226}Ra варьировался в диапазоне от 11 Бк/кг до 17 Бк/кг, ^{232}Th – от 10 до 17 Бк/кг [1].

Измерения содержания техногенных радионуклидов в продуктах питания местного производства проводились в 2006 и 2007 годах в Уренском, Навашином, Кулебакском, Вачском, Варнавинском и Краснобаковском районах Нижегородской области. Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr во всех продуктах была ниже минимально измеряемой – 3 Бк/кг и 1,4 Бк/кг соответственно.

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ПЛОЩАДОК РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

Важной составной частью изысканий и исследований при выборе площадки строительства АЭС являются радиационно-экологические исследования.

В 2008 году ЗАО «Альянс-Гамма» провело полевые исследования по определению радиационных характеристик наземных и водных экосистем предполагаемых районов размещения Нижегородской АЭС. Оценка состояния наземных экосистем оценивалась по уровням содержания радионуклидов в почвах и растительности, содержанию техногенных радионуклидов в продуктах питания местного производства, мощности дозы γ -излучения на местности.

Обследовались две площадки – южная (участок «Юг», в районе населенных пунктов Монаково и Мартюшихи) и северная («Север», в районе Шеманихи). Схемы расположения пробоотборных площадей представлены на рисунках 2 и 3.

Северная площадка располагается на Приветлужской низменности. Эта территория относится к подзоне хвойно-широколиственных лесов, где зональным типом почв являются подзолистые, а экосистем – ельники сложные (ель и широколиственные породы – липа, дуб, клен – произ-

растают совместно, либо чередуются). Южная площадка находится на Окско-Тешинской низменности, являющейся северной частью Окско-Мокшинской низины, относится к подзоне широколиственных лесов лесной зоны, зональные почвы относятся к типу серых лесных, с подтипами светло-серых лесных и серых лесных (типичных).

В радиусе 5-10 км от предполагаемых площадок строительства атомной станции с учетом анализа растительного и почвенного покрова региона и сложившегося ландшафтного облика, а также доступности для транспорта были выбраны территории отбора проб (экоучастки). Проведена геодезическая привязка экоучастков к постоянным ориентирам на местности, месторасположение участков отмечено на карте-схеме района.

На экоучастках отобраны пробы почв, подстилки и растительности. Для оценки распределения радионуклидов по глубине почвенного профиля отбор проб почв естественного сложения (непаханных или старопашотных) проводился с площади размером 20x20 м, послойно (толщина слоя 1 см) на глубину 10 см с четырехкратным повтором, что позволило получить представительную пробу, пригодную для проведения последующих анализов. Суммарная площадь пробоотбора на участке составляла 400 см².

Проба подстилки отбиралась с площади 0,25-1 м², растительности – 1 м². Количество и видовой состав проб растительности определялось на основе геоботанического описания территории.

В районах обеих предполагаемых площадок расположения Нижегородской АЭС выбраны сети пунктов отбора проб для определения содержания радионуклидов в компонентах водных экосистем (см. рис. 3-4). Произведены отбор проб воды, донных отложений, водной и прибрежной растительности.

Радиометрический и спектрометрический анализ проб показали, что значения удельной активности ^{137}Cs в верхних слоях почв участка «Север» составляют от 10,4 Бк/кг до 35,9

Рис. 3. Схема расположения участков отбора проб (район площадки «Север»)

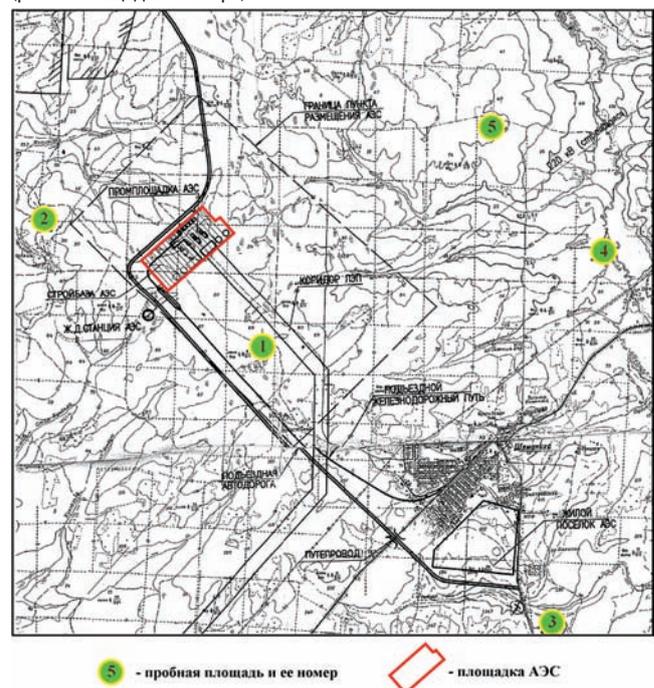




Рис. 4. Отбор проб разнотравья



Рис. 5. Отбор проб в пруду у деревни Ефремово

Бк/кг, на участке «Юг» – не более 65 Бк/кг. Содержание ^{137}Cs в компонентах наземных экосистем незначительно и не превышает значений, которые регистрируются на незагрязненных территориях Европейской части Российской Федерации.

Мощность дозы гамма-излучения на местности составила от 0,030 мкЗв/ч до 0,087 мкЗв/ч.

В пробах воды, отобранных в обоих районах предполагаемого расположения АЭС, уровень содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr находился ниже величины минимально измеряемой активности – 4,0 Бк/л и 2,5 Бк/л соответственно. Содержание трития – менее 10 Бк/л.

Максимальная удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях водных объектов на площадке «Север» составляла 55 Бк/кг, на площадке «Юг» – 28,4 Бк/кг, что соответствует фоновому содержанию этого радионуклида в водоемах. Содержание естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в пробах донных отложений соответствует их содержанию в природных водных объектах России. Удельная активность ^{90}Sr – менее 2,5 Бк/кг.

Содержание ^{137}Cs в пробах высших водных растений не превышало 12,1 Бк на 1 кг воздушно-сухой массы на площадке «Север» и 17,6 Бк/кг на участке «Юг». Значение удельной активности ^{90}Sr в пробах было менее 3,0 Бк/кг (величины минимально измеряемой активности).



Рис. 6. Пробы ила из пруда у деревни Ефремово

Значения удельных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах продуктов питания также не достигали порога чувствительности измерительной аппаратуры.

Результаты выполнения радиационно-экологических исследований, проведенных для обоснования экологической безопасности проектируемой Нижегородской атомной станции, являются основой для организации системы экологического мониторинга региона при эксплуатации АЭС.

Литература:

1. НП-032-01. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. Москва, 2002.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99), СП 2.6.1. 758-99. Минздрав России, 1999.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99), СП 2.6.1.799-99. Москва, 2000.
4. Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). СанПин 2.6.1.24-03. Москва, 2003.
5. Практическое пособие к СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду при обосновании инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений». ГОССТРОЙ России, ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект», Москва, 1998.
6. Проведение полевых исследований и лабораторных измерений по определению содержания радионуклидов в компонентах окружающей среды региона Нижегородской АЭС. Аннотационный отчет по договору № 96-07/2008//08111/380-5388. ЗАО «Альянс-Гамма», Москва, 2008.
7. Радиационная обстановка на территории Нижегородской области в 2003-2007 гг. Обзор. Росгидромет., ГУ «НПО «Тайфун», ИПМ. Обнинск, 2008.

По материалам доклада на семинаре «Вопросы экологической безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации АЭС» (ОАО «Атомэнергопроект», Москва, 20.05.2009)