

Overview of Promising Complex of Passive Safety Systems for a High-Power Power Unit of the WWER Class

D.V. Shevielov, I. Sviridenko, D.S. Menyuk¹, I.M. Moskovkina²

Sevastopol State University Institute of Nuclear Energy and Industry, Sevastopol, Russia

¹e-mail: d.menyuk@mail.ru

²e-mail: moskovkina.200020002000@mail.ru

Abstract – This work aims to review a promising complex of passive safety systems for a high-power power unit of the WWER class (PWR), which includes 3 components: – a passive heat removal / passive cooling system of the WWER type (as well as PWR) - directly through the 1st circuit without the participation of steam generators; - the system of passive heat removal from the spent fuel storage pool (on the example of the unit with a WWER-1000).); – the system of passive heat removal from the containment (also on the example of the unit with WWER-1000). These systems should prevent the transition of beyond design based accidents into a severe phase. The main initial event is a complete long-term blackout of the station with a dependent failure of all active safety systems that require power supply – emergency core cooling system with a high-pressure pump and a low-pressure pump of the reactor, heat removal from the spent fuel storage pool, spray system. It is also possible to impose some additional failures – a small leak of the 1st circuit or a break of the steam lines inside the containment.

Keywords: NPP with WWER, residual heat removal, spent fuel storage pool, PRHRS, numerical model, two-phase thermosiphon.

УДК 621.039

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

А.Д. Епифанова, А.Р. Попова, И.А. Бубликова

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе рассмотрена динамика содержания радионуклидов в донных отложениях водоемов, расположенных в непосредственной близости от эксплуатирующихся АЭС с реакторами разных типов. Накопления ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях в период с 2008 по 2019 гг. выявлено не было.

Ключевые слова: радионуклиды, донные отложения, измерения, накопление, удельная активность, АЭС.

Технологический процесс на АЭС организован таким образом, что жидкие радиоактивные среды не имеют контакта с объектами гидросферы. Но такая возможность не исключается, и поэтому происходит радиоактивный контроль не только сбросов АЭС, но и самих водных объектов. При поступлении радионуклидов в водоемы они перераспределяются между водой и биотой, но часть депонируется в донных отложениях [1]. Потенциально этот процесс может привести к формированию источника ионизирующих излучений в водном объекте.

Целью работы является: установление – происходит ли накопление радионуклидов в донных отложениях водоемов территории размещения АЭС.

В качестве исходных данных для анализа использовалась информация о водоемах, расположенных в непосредственной близости от Белоярской, Билибинской,

Ростовской и Смоленской АЭС [2, 3]. Выбор данных станций обусловлен тем, что все они эксплуатируют энергоблоки с разными типами реакторов, соответственно: БН, ЭГП-6, ВВЭР и РБМК. Анализ выполнялся по радионуклидам ^{137}Cs и ^{60}Co . Другие радионуклиды имели содержание меньше нижнего предела обнаружения. Чтобы установить наличие факта накопления радионуклидов в донных отложениях, изучался временной промежуток с 2008 года по 2019 год с построением линий трендов.

Для всех рассмотренных АЭС и использованных для анализа радионуклидов не выявлено роста их содержания. Поэтому были определены средние значения и среднеквадратичные отклонения рассмотренных параметров.

В качестве примера, приведем данные по Ростовской АЭС (табл. 1, рис. 1 и 2).

Таблица 1 – Статистический анализ

Место сбора проб	Математическое ожидание		Среднеквадратическое отклонение	
	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co
Цимлянское водохранилище	0,1045	0,0947	0,4378	0,4152
Водоем-охладитель	0,2537	0,1129	0,5771	0,3323

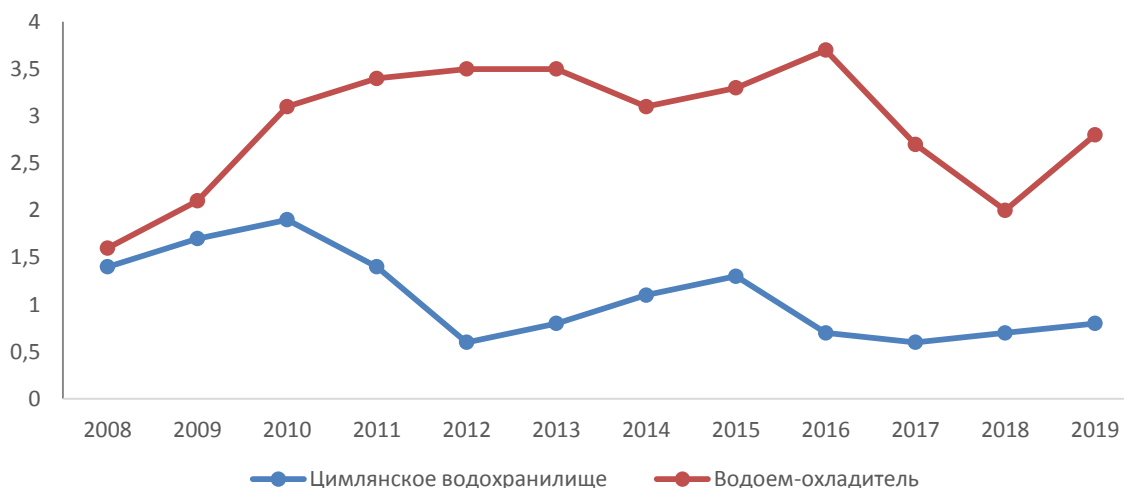


Рисунок 1 – Активность ^{137}Cs в донных отложениях, Бк/кг в -с.

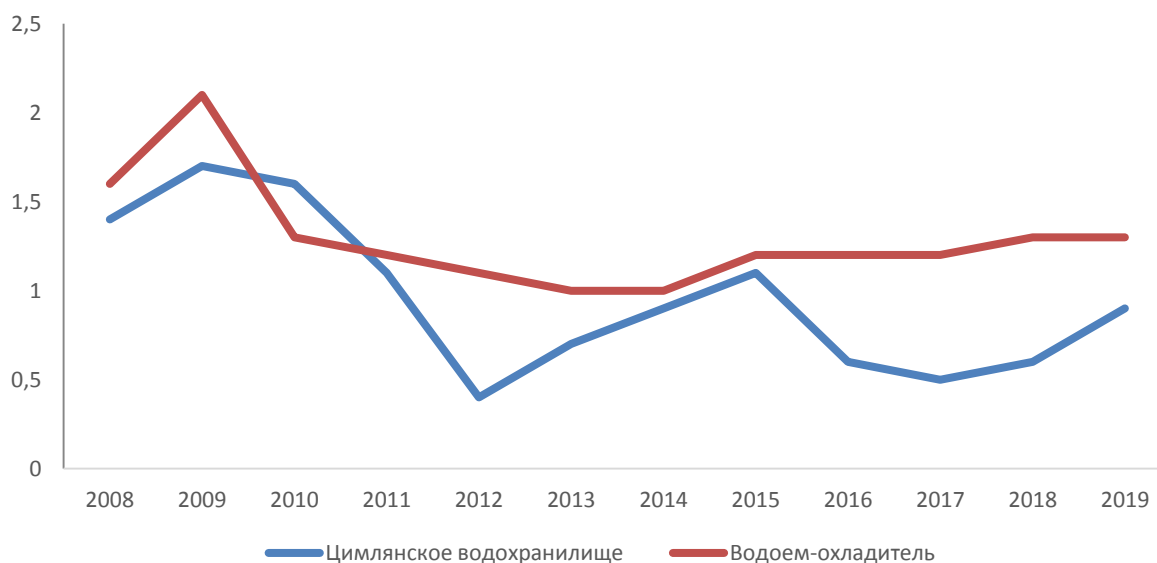


Рисунок 2 – Активность ^{60}Co в донных отложениях, Бк/кг в -с.

Для Ростовской АЭС рассматривались два водоема: Цимлянское водохранилище и водоем-охладитель. За рассмотренный период ^{137}Cs и ^{60}Co изменялись практически в

одном числовом диапазоне (0,4-4 Бк/кг). Кроме того, сравнение удельной активности ^{137}Cs с данными нулевого фона (рис.3), полученными при обследовании территории Ростовской АЭС до ее пуска в период с 1980 по 1990 года, показал, что в рассматриваемый нами период его содержание упало практически в 4-5 раз. Более высокая удельная активность для ^{137}Cs в начале девяностых годов прошлого века объясняется Чернобыльской катастрофой 1986 года.

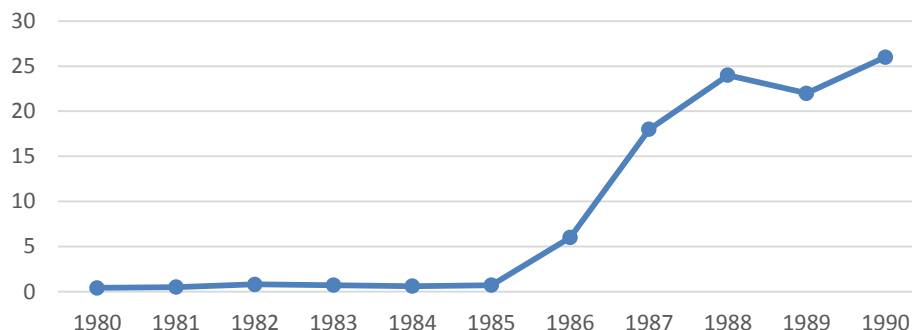


Рисунок 3 – Активность ^{137}Cs в донных отложениях Цимлянского водохранилища (Нулевой фон), Бк/кг в -с.

По итогам выполненной работы были сделаны следующие выводы:

1. Наибольшая загрязненность донных отложений водоемов радионуклидами наблюдается на Билибинской АЭС с энергоблоком типа ЭГП-6. Активность ^{60}Co варьируется от 0,5 до 70,24 Бк/кг, ^{137}Cs распределен в довольно узком диапазоне: 0,4-5 Бк/кг.

2. Наименьшая загрязненность донных отложений радионуклидами наблюдается на Ростовской АЭС с реактором ВВЭР-1000. Удельная активность ^{60}Co и ^{137}Cs варьируется в диапазоне: 0,4-2,1 и 0,6-3,5 Бк/кг соответственно.

3. Накопительный эффект не выявлен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозерский, Г.Н. Радиационная экология / Г.Н. Белозерский. – Москва, 2019. – 418 с.
2. ЕГАСМРО [Электронный ресурс]. – URL: <http://egasmro.ru/ru/data> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Экологические отчеты АО «КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/vozdeystvie-na-okruzhayushchuyu-sredu/ekologicheskie-otchety-ao-kontsern-rosenergoatom/ (дата обращения: 25.03.2021).

Content of Radionuclides in the Bottom Sediments of Reservoirs in Nuclear Power Plant Territories

A.D. Epifanova¹, A.R. Popova², I.A. Bublikova³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: epifanova5525@gmail.com*

²*e-mail: epifanova5525asunauki13@yandex.ru*

³*e-mail: epifanova5525iabublikova@mephi.ru*

Abstract – The paper considers the dynamics of the content of radionuclides in the bottom sediments of reservoirs located in the immediate vicinity of operating nuclear power plants with different types of reactors. No accumulation of ^{137}Cs and ^{60}Co in the bottom sediments was detected in the period from 2008 to 2019.

Keywords: radionuclides, bottom sediments, measurements, accumulation, specific activity, NPP.