

потенциал эффективного обнаружения и исследования слабозаимодействующих массивных частиц в экспериментах по поиску темной материи. Данный детектор будет установлен на Калининской АЭС.

Таким образом, цели, которые ставят перед собой ученые, заключаются в следующем: (1) повышение безопасности ядерной энергетики и поддержка международных программ по нераспространению ядерного оружия; (2) создание новых нейтринных детекторов для мониторинга нейтринных излучений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов, Д. Ю. Двухфазный эмиссионный детектор РЭД-100 / Д. Ю. Акимов [и др.] // Приборы и техника эксперимента. – 2017. – № 2. – С. 22–28.

## ВОДОЕМ-ОХЛАДИТЕЛЬ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС НА СТАДИИ ВЫВЕДЕНИЯ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ: ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

### COOLING POND OF THE CHERNOBYL NPP AT THE DECOMMISSIONING STAGE: DYNAMICS OF RADIONUCLIDE CONCENTRATION AND INDICATORS OF WATER QUALITY

**Д. И. Гудков<sup>1</sup>, С. И. Куреев<sup>2</sup>, В. И. Щербак<sup>1</sup>, А. А. Протасов<sup>1</sup>,  
А. Е. Каглян<sup>1</sup>, С. М. Обризан<sup>2</sup>, В. В. Беляев<sup>1</sup>, Л. П. Юрчук<sup>1</sup>  
D. Gudkov<sup>1</sup>, S. Kireev<sup>2</sup>, V. Scherbak, A. Protasov,  
A. Kaglyan<sup>1</sup>, S. Obrizan<sup>2</sup>, V. Belyaev<sup>1</sup>, L. Yurchuk**

<sup>1</sup>Институт гидробиологии НАН Украины,  
г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Государственное специализированное предприятие «Экоцентр»,  
г. Чернобыль, Украина  
digudkov@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine

<sup>2</sup>State Specialized Enterprise «Ecocentre», Chernobyl, Ukraine

Представлены результаты исследований динамики показателей качества водной среды (гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические), а также изменения радионуклидного загрязнения компонентов экосистемы (вода и гидробионты) водоема-охладителя Чернобыльской АЭС на стадии вывода из эксплуатации в период 2016–2017 гг.

The results of studies of the dynamics of water quality indicators (hydrophysical, hydrochemical and hydrobiological), as well as changes in radionuclide contamination of ecosystem components (water and hydrobionts) of the Chernobyl NPP cooling pond at the decommissioning stage during 2016–2017 are presented.

**Ключевые слова:** водоем-охладитель Чернобыльской АЭС, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, вода, гидробионты.

**Keywords:** cooling pond of the Chernobyl NPP, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, water, hydrobionts.

Водоем-охладитель (ВО) Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) является одним из наиболее загрязненных радионуклидами водных объектов Чернобыльской зоны отчуждения. В мае 1986 г. радиоактивность воды ВО определялась в основном <sup>131</sup>I и другими короткоживущими радионуклидами, и составляла по одним источникам 1–5 кБк/л [1], по другим – достигала порядка 105 Бк/л [2]. Плотность загрязнения донных отложений ВО <sup>90</sup>Sr в начале 1990-х составляла 14,8 ГБк/км<sup>2</sup> – 24,3 ТБк/км<sup>2</sup>, а <sup>137</sup>Cs – 0,4–28,4 ТБк/км<sup>2</sup> [2]. ВО ЧАЭС является искусственным водоемом, расположенным на правобережной территории поймы р. Припять. Берега водоема были сформированы частично надпойменной террасой, а преимущественно защитной дамбой протяженностью 25 км, шириной 70–100 м и высотой 5,7 м. До начала спуска воды в ВО его длина составляла 11 км, средняя ширина – 2 км, площадь – 22,7 км<sup>2</sup>, преобладающая глубина – 4–7 м, а на отдельных участках – 18–20 м, объем – 149 млн м<sup>3</sup>.

В 2008 г. в рамках «Программы снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС» было принято решение о выведении из эксплуатации ВО, что предусматривало его спуск. В конце 2014 г. после прекращения подкачки воды началось естественное снижение уровня в воды водоема, преимущественно за счет фильтрации воды через тело ограждающей дамбы. Примеров и аналогов вывода из эксплуатации водоема-охладителя такого размера и степени загрязненности, а также трансформации экосистемы в условиях снижения уровня воды не существует.

В 2016–2017 гг. исследовали динамику показателей качества водной среды (гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические), а также изменение радионуклидного загрязнения главных компонентов экосисте-

мы ВО ЧАЭС. Сбор основного материала выполняли в придонном и поверхностном горизонтах водной толщи в 4-х пунктах бывшей акватории ВО: северо-западной (СЗ) и северо-восточной (СВ) частях, представляющих в результате снижения уровня воды обособленные водоемы, а также в юго-западной (ЮЗ) и юго-восточной (ЮВ), остающихся пока единым водоемом, отделившимся от двух первых осушенной ограждающей дамбой первой очереди ЧАЭС.

Снижение уровня воды в ВО привело, в первую очередь, к резкому изменению его морфометрии, а также гидрологического и гидробиологического режимов. При этом, основные гидрофизические и гидрохимические характеристики водной среды ВО в различные сезоны 2016–2017 гг. в среднем оставались в пределах эколого-санитарных показателей качества воды для мезо-эвтрофных и эвтрофных условий [3; 4], которые были выбраны как наиболее вероятные критерии безопасного состояния водоема на стадии выведения его из эксплуатации и постепенного преобразования в водно-болотную экосистему.

Летом 2017 г. характерной особенностью остаточных водоемов, которые формируются на бывшей акватории ВО ЧАЭС, было массовое развитие сине-зеленых водорослей (цианобактерий), интенсивность вегетации которых была существенно выше, чем в предыдущие годы исследований. По показателям численности и биомассы, разнообразия и структуры доминирующего комплекса, такое массовое развитие фитопланктона, которое наблюдали на всей акватории ВО, в полной мере можно отнести к «цветению» воды. При этом наблюдали гибель отдельных особей рыб (краснопёрки и леща) вследствие вероятного засорения жаберного аппарата колониями водорослей.

За период 2015–2016 гг. удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде увеличилась на 35–40 %. Для высших водных растений СВ в 2016–2017 гг., вследствие ежегодного обновления фитомассы, отмечено увеличение концентрации радионуклидов в тканях на 20–30 % в 2016 и более чем на 100 % в 2017 г. по сравнению с периодом, предшествующим началу снижения уровня воды в 2014 г. Достоверного увеличения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе ВО (на примере окуня и краснопёрки, плотвы, сазана, леща и карася серебряного) за период снижения уровня воды нами не зарегистрировано. Однако по сравнению с периодом 2010–2014 гг. отмечена тенденция роста удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  – для некоторых видов (плотва, карась серебряный) более чем в 2 раза.

Таким образом, определенная неустойчивость экосистемы ВО ЧАЭС в период ее трансформации, вызванной снижением уровня воды, свидетельствует о том, что увеличение антропогенной нагрузки или уровня органического загрязнения, а также изменение параметров водной среды, может привести к ухудшению экологического состояния ВО ЧАЭС, что делает крайне важными и необходимыми дальнейшие гидробиологические наблюдения.

Вследствие изменения гидрологического и гидрохимического режима ВО ЧАЭС, в последующие годы можно ожидать изменение физико-химических форм радионуклидов в донных отложениях, их переход в растворенное состояние и более интенсивное накопление живыми организмами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Kryshch, I. I.* Radioactive contamination of aquatic ecosystems following the Chernobyl accident // *J. of Environmental Radioactivity*. – 1995. – Vol. 27. – P. 207–219.
2. *Казаков, С. В., Вовк П. С., Фильчагов Л. П.* Радиоэкологическое состояние пруда-охладителя ЧАЭС // *Проблеми Чорнобильської зони відчуження*. – 1994. – № 1. – С. 129–138.
3. *Оксинок, О. П., Жукинский В. Н.* и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // *Гидробиологический журнал*, 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
4. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями* / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксінок та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.