

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ ДЛЯ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ ПРИПЯТЬ – ДНЕПРОВСКИЙ КАСКАД ГИДРОУЗЛОВ

*А.А. Живов, А.И. Кузьмин*

Рассматриваются последствия радиоактивного загрязнения Днепровского каскада гидроузлов. Сделаны выводы о возможности построения базовых моделей и зависимостей для последующих исследований.

*Ключевые слова:* радиоактивное загрязнение; нуклиды; радиоактивность; стадии радиационной аварии.

В результате Чернобыльской катастрофы радиоактивному загрязнению подверглись значительные по площади территории, а также акватории рек Днепр, Припять, Тетерев, Киевского и Каневского водохранилищ, других открытых водоемов. Постоянное использование поверхностных водных систем для питьевого водоснабжения крупных регионов поставило данную проблему в число важнейших. Вопросам распределения естественных и искусственных радионуклидов, образованных вследствие Чернобыльской катастрофы, посвящены труды Радиевого института им. В.Г. Хлопина.

В Днепровском каскаде гидроузлов Киевское водохранилище является головным. Основной приток воды в Киевское водохранилище формируется в бассейнах рек Днепр, Сож (приток Днепра в районе г. Гомель) и Припять, суммарная площадь водосбора которых составляет

более 80 % от общей площади водосбора Киевского водохранилища. Река Припять занимает 40 % площади водосбора Киевского водохранилища и дает в среднем треть его полного притока воды (и в паводок, и в межень это соотношение сохраняется) [1]. Таким образом, влияние Припяти на формирование гидрологического и гидрохимического режимов Киевского водохранилища, а значит и всего Днепровского каскада, весьма велико.

Поступление радионуклидов в водную систему Припять – Днепровский каскад гидроузлов могло осуществляться следующими путями:

- в результате непосредственного выпадения на поверхность водоемов радиоактивных частиц (продуктов аварии четвертого блока ЧАЭС);
- смыва с загрязненных территорий водосборов;

Таблица 1 – Активность донных отложений водной системы Припять – Днепровский каскад гидроузлов по состоянию на июнь-июль 1986 г.

Место и дата отбора проб	Активность, мк Ки/м <sup>2</sup>							
	<sup>95</sup> Zr	<sup>95</sup> Nb	<sup>103</sup> Ru	<sup>106</sup> Ru	<sup>144</sup> Ce	<sup>141</sup> Ce	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
Р. Припять, выше пристани г. Чернобыль, 16 июля	398	597	143	159	398	96	19,3	48,0
Устьевая зона р. Припять, район буя № 219, 30 июля	349	580	115	87	390	78	23	47
Киевское водохранилище, устье р. Тетерев, 31 июля	24	49	11	10	15	10	3,2	9,2
Сухолучье, центральная зона, 19 июля	4,3	3,0	1,3	-	2,4	3,1	1,0	1,9
Сухолучье, правобережье. 30 июля	10,2	15,4	3,9	-	10,5	2,0	3,3	1,7
Глебовка, 30 июля	7,0	13	5	5,3	8,9	2,3	0,8	1,7
Устье р. Десна, 6 июня	-	-	0,13	0,19	-	-	0,06	0,15
Р. Днепр, г. Киев, Матвеевский залив, 1 июля	13	10	10	62	12	5,5	1,2	2,8
Р. Днепр, г. Киев, залив Собачье гирло, 28 июня	0,85	0,60	0,42	0,37	0,56	0,23	0,18	0,35
Р. Днепр, г. Киев, залив Собачье гирло, 29 июня	0,07	0,15	0,01	-	0,1	0,02	0,02	0,04
Киевское водохранилище, Триполье, правый берег, 28 июня	6,2	11	3,9	3,1	7,0	3,1	0,46	0,84
Триполье, левый берег, 29 июня	2,7	-	2,7	1,6	1,2	2,7	0,22	0,42

➤ десорбции (выщелачивания) отдельных радионуклидов с поверхности радиоактивных частиц выпадений.

Для снижения радиоактивности поверхностного стока на малых реках зоны были возведены фильтрующие дамбы, которые показали невысокую эффективность [2].

На средней стадии в компонентах водной экосистемы Днепра были идентифицированы практически все радионуклиды, выброшенные в окружающую среду (таблица 1).

Наиболее высокая объемная активность радионуклидов в воде отмечалась в р. Припять (10 кБк×л<sup>-1</sup>), р. Уж (5 кБк×л<sup>-1</sup>) и в Киевском водохранилище (до 4 кБк×л<sup>-1</sup>). При этом активность короткоживущих нуклидов в десятки раз превосходила активность долгоживущих радионуклидов цезия и стронция. Концентрация <sup>131</sup>I в речной воде на ранней стадии в сотни раз превышала допустимую концентрацию в питьевой воде. Наблюдалось значительное обогащение водной взвеси радионуклидами Te, Ba, Mo, Ru, Ce, Yt, Nb и Np по сравнению с водной фракци-

ей. По мере распада короткоживущих нуклидов и их депонирования частицами взвеси в донные отложения радиоактивность воды заметно уменьшилась. Уже в июне 1986 г. радиоактивность снизилась в сотни раз по сравнению с максимальными значениями и в существенной мере определялась радионуклидами Cs и Sr. Объемная активность <sup>239, 240</sup>Pu в воде р. Припять в начале мая 1986 г. достигала 0,4 Бк×л<sup>-1</sup>, а уже в августе того же года уменьшилась до 7 мБк×л<sup>-1</sup> [3].

На основании данных лабораторных исследований на средней стадии аварии были выявлены три зоны с различающейся плотностью загрязнения <sup>137</sup>Cs донных отложений водохранилищ Днепровского каскада гидроузлов:

- наиболее загрязненный район Киевского водохранилища, примыкающий к устью Припяти (до 40 МБк×м<sup>-2</sup> по состоянию на май 1986 г.);
- южные части Киевского и Каневского водохранилищ (до 1 МБк×м<sup>-2</sup>);
- каскад водохранилищ южнее Каневского вплоть до устья Днепра (10–40 кБк×м<sup>-2</sup>) [3].

Следует отметить, что Киевское водохранилище стало хорошим барьером на пути распространения радионуклидов с водами реки Днепр. По сути, оно задержало активное распространение радионуклидов по Днепровскому каскаду гидроузлов. Сегодня большая часть радионуклидов удерживается в илистых отложениях на дне Киевского водохранилища [4]. Распределение радионуклидов в донных отложениях характеризуется значительной неоднородностью. Особенно велико радиоактивное загрязнение в верхнем слое илистых отложений [3]. Миграция радионуклидов при стоке воды из загрязнённых районов представляет собой долгосрочную проблему [2].

На основе изучения данных об изменении активности и распределения радионуклидов в донных отложениях учеными сформулированы некоторые зависимости, которые представляют интерес для исследования проблемы безопасности Днепровского каскада гидроузлов на восстановительной стадии.

Таким образом, в долгосрочном аспекте радиоэкологическая значимость Чернобыльской катастрофы значительным образом определя-

ется загрязнением долгоживущими нуклидами  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Наибольшие уровни загрязнения радиоизотопами цезия и стронция характерны для рек ближней зоны Чернобыльской АЭС и для Киевского водохранилища, в которое они выпадают. Состав, активность, объемное и поверхностное распределение нуклидов на средней стадии, а также установленные закономерности изменения их свойств и состояния, позволяют провести радиоэкологическую оценку обстановки и дать прогноз ее изменения в будущем.

#### *Литература*

1. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р.М. Алексахин, Л.А. Булдаков, В.А. Губанов и др.; под общ. ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.
2. Труды Радиевого института им. В.Г. Хлопина. 2009. Т. XIV. 245 с.; (ISSN 1996-7748).
3. Radioökologische Probleme der Tschernobyl-Katastrophe. J. Kutiachedov / Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 16 (1997).
4. [www.chornobyl.ru](http://www.chornobyl.ru).