

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИОННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ
ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ БЕЛОЯРСКОЙ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС**

Коржавина Т. Н., Коржавин А. В., Вохмянин Б. Н.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия, BFS_zar@mail.ru.

Ленинградская и Белоярская АЭС находятся в эксплуатации уже достаточно длительное время. На Ленинградской АЭС (ЛИАЭС) из 6 энергоблоков в настоящее время функционируют четыре блока: № 3 и 4 (РБМК-1000), № 5 и 6 (ВВЭР-1200). Водоёмом - охладителем для ЛИАЭС служит естественный морской залив - Копорская губа Финского залива. На Белоярской атомной станции (БАЭС) в разные годы эксплуатировались 4 энергоблока: первые два реактора на тепловых нейтронах (АМБ-100 и АМБ-200) остановлены и находятся на стадии вывода из эксплуатации. Сейчас функционируют два реактора на быстрых нейтронах: блок № 3 (БН-600) и блок № 4 (БН-800). Водоёмом-охладителем для БАЭС служит Белоярское водохранилище, созданное путем перекрытия русла реки Пышмы в 75 км от ее истока в период 1959–1963 гг.

Цель исследования: выявление источников радиационных рисков для ихтиофауны водоемов-охладителей Белоярской и Ленинградской АЭС и их сравнительная оценка.

Оценка радиационных рисков биоты проводилась по единому универсальному показателю - безразмерному коэффициенту опасности, определяемому как отношение мощности дозы облучения организмов к экологически безопасному уровню облучения.

Для Белоярского водоема-охладителя характерна четко выраженная зависимость радиационной нагрузки на ихтиофауну от типов действующих энергоблоков на БАЭС (рис.1).

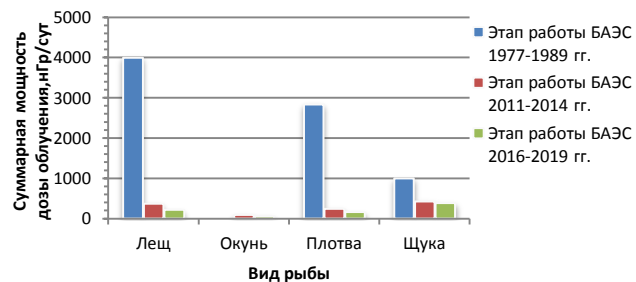


Рис.1. Суммарная мощность дозы облучения основных видов рыбы водоема-охладителя Белоярской АЭС на разных этапах работы электростанции

В период 1976—1989 гг. - работа тепловых энергоблоков АМБ-100 и АМБ-200 и ввод в эксплуатацию третьего энергоблока БН-600 основным источником экологических рисков для ихтиофауны был ¹³⁷Cs, который поступал с территории промплощадки БАЭС.

Наиболее высокий уровень радиационного риска отмечен у леща, но при этом полученное значение было все же в 60 раз ниже максимально допустимого коэффициента опасности; у плотвы в 85 раз, у щуки - в 230 раз, у окуня - в 240 раз.

В период 2011—2014 г. при работе одного энергоблока БН-600 произошло значительное снижение уровней радиационной нагрузки на ихтиофауну;

В период 2016—2019 г. - работа БН-600 и ввод в эксплуатацию четвертого энергоблока БН-800. При этом ⁹⁰Sr с БАЭС в водоем-охладитель почти не сбрасывается, а имеет преимущественно глобальное происхождение и зависит от поступления ⁹⁰Sr в составе атмосферных выпадений. Также оказывали влияние ⁶⁰Co и ⁹⁰Sr, но их участие в формировании рисков было незначительным по сравнению с ¹³⁷Cs. Так, у леща доля радиоцезия составила 94%, у окуня - 78%, у плотвы - 94% и у щуки - 91%. На заключительном этапе исследований в формировании рисков ихтиофауны участвовали ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr при существенном преобладании последнего. Доля ⁹⁰Sr при формировании радиационного риска у леща составила 64%, у окуня - 71%, у плотвы - 69% и у щуки - 97%. Присутствие ⁶⁰Co было ничтожно.

Формирование радиационных рисков у ихтиофауны водоема-охладителя Ленинградской АЭС были связаны с радионуклидами коррозионного происхождения.

- в период 1973-1985 гг. присутствием в водоеме радионуклидов с наведенной активностью (⁶⁰Co, ⁵⁴Mn и ⁶⁵Zn) вследствие работы ядерных реакторов АЭС;

- в период 1986-1990 гг. последствиями радиационной аварии на Чернобыльской АЭС и загрязнением водоема ¹³⁷Cs.

- в 2000-2019 гг. сочетанным воздействием радиоцезия и радионуклидов с наведенной активностью (¹⁴C; ⁶⁰Co; ³H, ⁵⁴Mn и ⁶⁵Zn) при доминировании последних в процессе формирования суммарного экологического риска (рис.2).

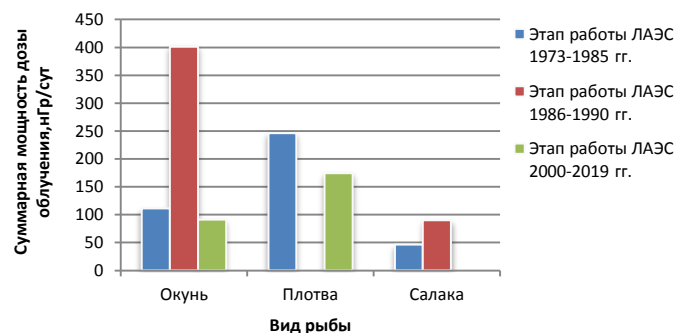


Рис. 2. Суммарная мощность дозы облучения основных видов рыб Копорской губы на разных этапах работы Ленинградской АЭС

Для окуня и плотвы радиационные риски в значительной степени были обусловлены присутствием ⁶⁰Co, у плотвы кроме ⁶⁰Co существенную роль играли ⁵⁴Mn и ⁶⁵Zn. На долю радионуклидов с наведенной активностью у окуня в сумме приходилось 68,9%, у плотвы - 85,5%. Присутствие долгоживущих радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs, была существенно меньше, 31,1% и 14,5% соответственно.

Таким образом, радиационные риски у окуня и плотвы в Копорской губе в период 1973-1985 гг. были опосредованно связаны с функционированием Ленинградской АЭС и поступлением в водоем-охладитель радионуклидов с наведенной активностью, образующихся в результате работы атомных реакторов. У салаки коррозионные элементы, такие как ⁶⁰Co, ⁶⁵Zn, тоже присутствовали, но их доля составляла не более 45%. от суммарного. Напротив, более существенную роль играли долгоживущие радионуклиды ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs.

В количественном выражении экологические риски ихтиофауны во всех водоемах-охладителях на два - три порядка величин ниже максимально допустимого коэффициента опасности (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная оценка и основные слагаемые радиационных рисков ихтиофауны водоемов-охладителей действующих АЭС

Водоем-охладитель АЭС	Учетный период	Рефератные виды ихтиофауны	Уровень радиационного риска	Основные радиоизотопы
Белоярское водохранилище (БАЭС)	2016-2019	Лещ	9,0E-4	⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs
		Окунь	2,7E-4	
		Плотва	6,7E-4	
		Щука	1,6E-3	
Копорская губа (ЛАЭС)	2000-2019	Окунь	5,0E-4	¹⁴ C, ⁶⁰ Co; ¹³⁷ Cs, ³ H
		Плотва	8,3E-4	
		Салака	3,3E-4	

На Белоярском водохранилище (БАЭС) с 2016 по 2019гг.: лещ - 9,0E-4, окунь - 2,7E-4, плотва - 6,7E-4, щука - 1,6E-3 и основные радиоизотопы - ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs; на Копорской губе (ЛАЭС) с 2000 по 2019гг.: окунь - 5,0E-4, плотва - 8,3E-4, салака - 3,3E-4 и основные радиоизотопы - ¹⁴C; ⁶⁰Co; ¹³⁷Cs; ³H.

Заключение.

Таким образом, результаты исследований подтверждают, что в водоемах-охладителях действующих Белоярской и Ленинградской АЭС радиационные риски является приемлемыми для существования и развития разных видов рыбы.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Института экологии растений и животных УрО РАН по теме «Изучение закономерностей миграции и биологического действия техногенных радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах в зонах воздействия предприятий атомного комплекса» (№ гос. регистрации 122021000077-6).