

РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИОБИОЛОГИЯ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 539.16

Ю. Н. Жегулина, Г. Д. Коваленко

*НИУ «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем»,
г. Харьков, Украина*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РОВЕНСКОЙ АЭС НА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СТЫРЬ В ТРАНСГРАНИЧНОМ КОНТЕКСТЕ

Рассмотрен вопрос влияния Ровенской атомной электростанции на загрязнение р. Стырь тритием в результате сброса дебалансных вод. Дан предварительный прогноз изменения активности трития в водах р. Стырь на границе с Республикой Беларусь.

➤ **Ключевые слова:** трансграничное влияние, АЭС, удельная активность трития, р. Стырь, радионуклиды.

Введение

На данный момент использование атомной энергетики является предметом острых споров и имеет как своих противников, так и сторонников. Эксперты расходятся в своих мнениях относительно надежности, безопасности и экономической рентабельности атомных электростанций. Однако, возникающие вопросы энергетической независимости государства, связанные с дефицитом энергоресурсов в Украине, ставят развитие данной отрасли, как одну из стратегических задач. По сравнению с ТЭЦ и ГЭС, АЭС имеют ряд преимуществ, с точки зрения «экологичности», но сталкиваются с проблемой утилизации и захоронения ядерных отходов, а также глобальных последствий в случае возникновения аварийных ситуаций.

Первоочередной является задача обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации АЭС. Загрязнение радионуклидами во время работы станции происходит в результате газо-аэрозольных выбросов и сбросов в водные объекты дебалансных вод. К сточным водам АЭС относят воды систем водоподготовки и охлаждения. В водные объекты осуществляется сброс предварительно очищенных сточных вод, образующихся при переполнении резервуаров для очищенных дебалансных вод. После прохождения через системы водоочистки атомной станции удельная активность таких вод незначительна и, в основном, обусловлена наличием в них трития, который не задерживается фильтрами. При нормальной работе АЭС, радиоактивность дебалансных вод не превышает допустимых концентраций, установленных нормативными актами.

РАЭС не имеет собственного пруда-охладителя, поэтому осуществляет сброс дебалансных вод непосредственно в р. Стырь, что может привести к изменению радиологического состояния реки. Стырь – трансграничная река, которая протекает по территории Украины и, исходя из этого, стоит принять во внимание, что РАЭС может оказывать трансграничное влияние на территорию сопредельного государства. В связи с подписанием Украиной в 1991 году Конвенции Эспо и её ратификацией в 1999 году [1], представляется актуальной оценка радиологического состояния р. Стырь в контексте трансграничного влияния.

Краткая физико-географическая характеристика р. Стырь

Стырь – река на северо-западе Украины, протекает в пределах Львовской, Волынской, Ровенской областей, после чего пересекает границу с Брестской областью Республики Беларусь, где впадает в р. Припять

Длина реки составляет 494 км, из них 70 км приходится на территорию Республики Беларусь и 424 км – на территорию Украины; площадь бассейна – 13,100 км², расход воды в устье в среднем за год составляет 49,5 м³/с или 129,6 · 10⁶ м³/мес. Общее направление течения реки северное, северо-восточное. Расстояние по реке от РАЭС до границы с Республикой Беларусь составляет примерно 75 км.

Вода р. Стырь используется для питьевых целей в таких городах как Луцк, Кузнецовск, Рожиче и т.д. Также воды реки используются для технологических потребностей Ровенской АЭС. На станции осуществляется непрерывный забор воды и дальнейший сброс дебалансных вод в реку. Годовой сток р. Стырь за 2010 г. по месяцам представлено на рис. 1.

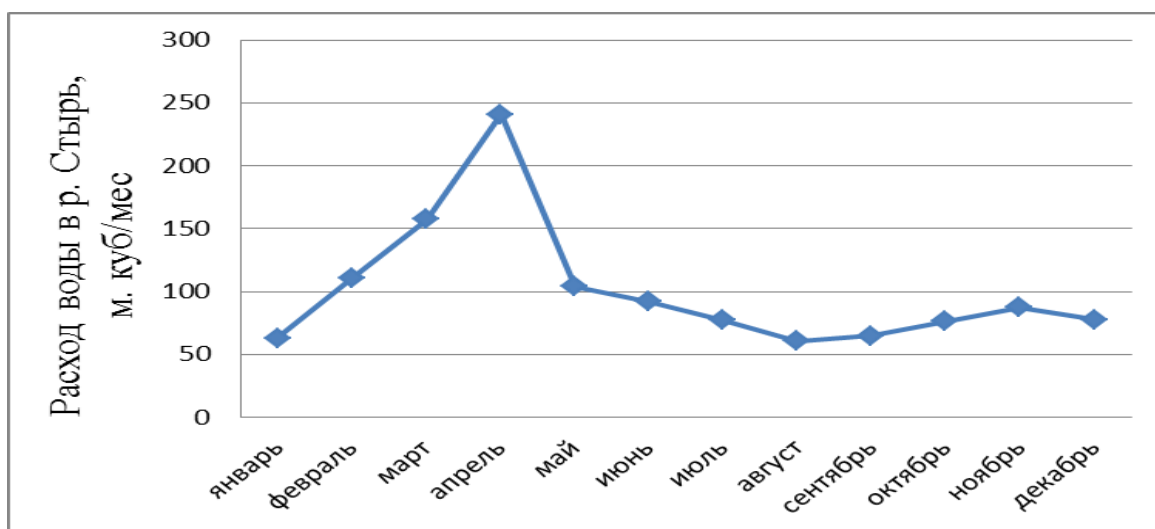


Рисунок 1 – Годовой сток р. Стырь (м³/с) Особенности функционирования Ровенской АЭС

РАЭС расположена на северо-западе Ровенской области, в 120 км от г. Ровно, во Владимирецком районе, на берегу р. Стырь, в 2 км от города Кузнецовск [2].

На станции функционируют четыре энергоблока с установленной суммарной мощностью 2880 МВт. Два блока типа ВВЭР-440 мощностью по 440 МВт, введенные в эксплуатацию в 1980 и 1981 гг., и два блока типа ВВЭР-1000 мощностью по 1 ГВт, введенные в эксплуатацию в 1986 и 2004 гг., соответственно. Планируемое строительство 5-го и 6-го энергоблоков (ВВЭР-1000) было отложено после аварии на ЧАЭС.

Сбрасываемые дебалансные воды содержат широкий спектр радионуклидов, таких как: ³H, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Sr и др.

Особый интерес для изучения представляет радионуклид тритий (³H). Он не задерживается системами водоочистки станции, а потому, с дебалансными водами поступает в р. Стырь.

Тритий – радиоактивный изотоп водорода, является β-излучателем, период его полураспада – 12,32 года. Обладая небольшой энергией β-частиц, при внешнем облучении организма не представляет значительной угрозы. Однако, при попадании в организм, способен замещать водород, проникая в протоплазму клеток. При распаде тритий переходит в инертный гелий ³He₂, что в свою очередь усиливает его биологическое действие. Органически связанный тритий (ОСТ) представляет собой большую опасность, чем НТО, так как он дольше задерживается в организме и с большей вероятностью приведет к нарушению структуры ДНК. Если тритиевая вода выводится из организма человека за 10–12 дней, то ОСТ выводится из организма примерно за год.

Природный тритий образуется в верхних слоях атмосферы при взаимодействии космического излучения с ядрами атомов: аргона, водорода, кислорода и азота. Практически весь естественный тритий преобразуется в тритиевую воду (НТО) и, в дальнейшем, принимает участие в природном круговороте воды, распределяясь по различным средам (гидросфера, биосфера, атмосфера и т.д.). Начиная с 1960-х годов, большое количество ³H образовалось в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере, а также в результате эксплуатации атомных электростанций. Результатом дополнительной техногенной наработки трития стало повышение фоновой активности ³H в поверхностных водных объектах. В среднем по Украине фоновая активность трития в поверхностных водах в настоящий момент составляет порядка 4–6 Бк/л [3].

Генерация трития в теплоносителе реактора типа ВВЭР происходит в результате вступления в реакцию лития (примесь гидроксида калия) и бора (в виде борной кислоты). Основной вклад (80%) в наработку трития дает реакция ¹⁰B(n,2α)³H [4]. Данная реакция протекает в воде первого контура, ТВЭЛх и стержнях регулирования. Из ТВЭЛов и стержней регулирования тритий попадает в реакторную воду при нарушении герметичности их оболочек, а также вследствие диффузии через оболочки, или вследствие утечки через не плотности различных устройств. Тритий, попадающий в водную среду, через довольно короткий промежуток времени переходит в НТО или Т₂O [7].

Радиоэкологическое состояние р. Стырь в трансграничном контексте

В 2010 г. в р. Стырь, были определены следующие объемные активности трития: 6,7 Бк/л до АЭС (контрольный створ в с. Маневичи), 11,4 Бк/л после АЭС (контрольный створ в с. Сопачев) [5]. Но, в ряде случаев, в единичных измерениях были обнаружены высокие объемные активности трития. В марте 1993 г. в р. Стырь, по данным Госкомгидромета, была зарегистрирована объемная активность трития на уровне 6610 Бк/л. В 2010 году годовой объем сбрасываемых вод составили 13 800 тыс. м³. Активность сброшенных радионуклидов в р. Стырь в 2010 г. составляла: 345 МБк цезия – 137; 101 МБк кобальта – 60; $2,66 \cdot 10^6$ МБк трития [6]. На рис. 3 представлен объем сбросов с РАЭС в р. Стырь по месяцам за 2010 г., тыс. м³.

При этом стоит отметить, что содержание трития в реке колеблется в зависимости от времени года и мощности сброса на станции. Максимальное содержание трития в исходном створе наблюдается в летнюю и осенне-зимнюю межень (20–50 Бк/л), когда расход воды в реке минимальный и, соответственно, происходит минимальное разбавление сбросов. В отдельные периоды наблюдений содержание трития в воде на исходном створе существенно не изменялось и составляло в среднем в осенне-зимнюю межень 6 Бк/л, в летнюю межень – 16 Бк/л, в весеннее половодье – 8 Бк/л. [10]



Рисунок 2 – Карта расположения Ровенской АЭС

В течение 2010 года содержание трития в воде р. Стырь до АЭС (с. Маневичи) и в контрольном створе после АЭС (с. Сопачев) регистрировалось на уровне ниже 42,0 Бк/л [5].

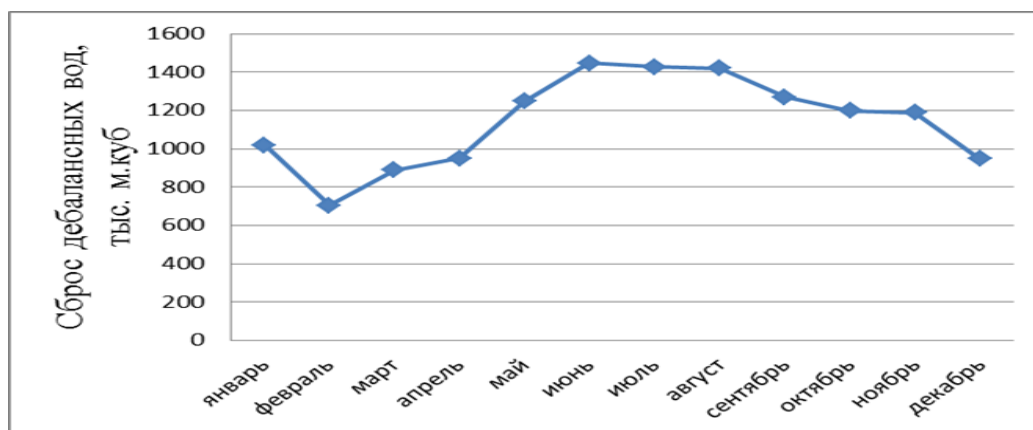


Рисунок 3 – Суммарный объем водных сбросов по месяцам

Мощность сброса ^3H (ГБк/мес.) по месяцам за 2010 г. представлена на рис. 4.

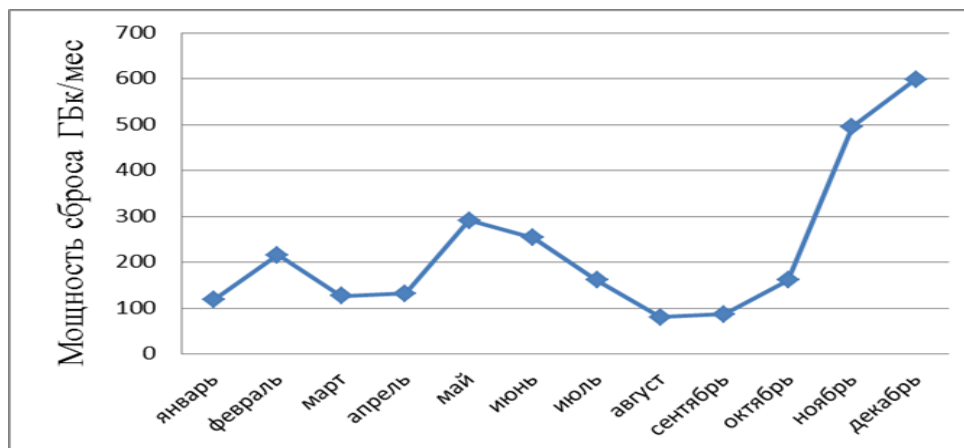


Рисунок 4 – Средняя мощность сброса ^3H (ГБк/мес.)

Исходя из суммарного сброса дебалансных вод в р. Стырь в декабре, суммарной мощности сброса трития и месячного расхода воды в реке, можно оценить объемную активность трития на границе с республикой Беларусь. Вниз по течению происходит разбавление сброса примерно в 130 раз. В таком случае концентрация будет приблизительно равна 7 Бк/л, что примерно в 2 раза превышает фоновые концентрации трития для поверхностных вод Украины. Отсутствие пруда-охладителя, как некоего барьера, куда возможен неконтролируемый сброс в результате чрезвычайной ситуации на РАЭС, может привести к существенному повышению трития на приграничных участках. В контексте трансграничного влияния Ровенской АЭС может происходить повышение фоновых значений радионуклидов, в том числе и ^3H , что в свою очередь может привести к ухудшению качества воды в р. Стырь.

Выводы

Сброс дебалансных вод с Ровенской АЭС может служить причиной увеличения фоновой удельной активности трития в водах р. Стырь. В результате работы станции ниже точки сброса РАЭС зафиксировано заметное повышение фоновых значений для трития (11,4 Бк/л). Содержание ^3H в реке варьируется в зависимости от времени года, а также неравномерности сбросов радионуклида с РАЭС в течение года.

Среднегодовая удельная активность ^3H ниже по течению от сброса колеблется в пределах 6–11 Бк/л. Максимальное содержание трития в р. Стырь было зафиксировано в марте 1993 года, когда объемная активность нуклида составила 6610 Бк/л, что может свидетельствовать об аварийном сбросе трития с РАЭС. Учитывая расход воды, можно считать, что вниз по течению происходит разбавление сброса примерно в 130 раз. При таком сбросе активность трития будет превышать 50 Бк/л. В случае же нормальной работы АЭС следует ожидать увеличение фоновой концентрации трития на границе с республикой Беларусь в 2 раза. В связи с этим, дальнейший интерес представляет выявление негативных последствий в трансграничном контексте, а также проведение расчетных оценок, которые позволят дать более точные оценки концентрации трития и других радионуклидов при нормальной эксплуатации РАЭС и возможных аварийных ситуациях.

В соответствии с НРБУ-97 объемная активность трития в питьевой воде не должна превышать величины $3 \cdot 10^4$ Бк/л [8], в России – 7700, в США – 740 Бк/л, в странах ЕС – 100 Бк/л. Установленный норматив в Украине в 4 раза превышает норматив 7610 Бк/л, который рекомендован ВООЗ и EUR-АТОМ [9].

Список литературы

1. Официальный сайт UNECE http://www.unece.org/ru/env/eia/eia_r.html.
2. Официальный сайт Ровенской АЭС <http://www.rnpp.rv.ua>.
3. Коваленко, Г. Д. Радиоэкология Украины: Монография. – 3-е изд., перераб. и доп. – Х.:ИД «Инжэк», 2013. – 344 с.
4. Коваленко, Г. Д., Седнев, В. А., Турбаевский.В.В. Накопичення і міграція тритію в районах розташування АЕС з реакторами ВВЕР// Ядерна і радіаційна безпека. – 2004. – № 2. – С. 47–53.
5. Отчет о состоянии радиационной безопасности и радиационной защиты на АЭС ГП НАЭК «Энергоатом» в 2010 г. Киев 2011 г.

6. Миронова, Н. И. Тритий – это опасно / Н. И. Миронова – Челябинск, 2001. –58 с.
7. National Report on the State of Environment in 2012 – Bucharest – 2013
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи. – Київ: Відділ поліграфії Українського центру Госсанепідназору Міністерства охорони здоров'я України, 1998. – 134 с.
9. Долін, В. В., Пушкарьов, О. В., Шраменко, І. Ф. та ін. Тритій в біосфері. – К.: Вид-во „Наукова думка” НАН України, 2012. – 223 с.
10. Васильченко, В. М., Давидов, М. М., Масько, О. М., Чернов, П. А. Моніторинг тритію в природних поверхневих водоймах України. Ядерна енергетика та довкілля, № 1, 2013. –14 с.

I. M. Zhegulina, G. D. Kovalenko
**ASSESSMENT OF IMPACT OF THE RIVNO NPP ON THE RADIOECOLOGICAL STATE
OF THE STIR RIVER IN TRANSBOUNDARY CONTEXT**

Reviewed the question of influence of the Rivno nuclear power plant on tritium contamination of the Stir River as a result of discharge of debalance waters. The preliminary prognosis of change of tritium activity in the Stir River on a border with Belorussia is given.