

## **ОЦЕНКА ТРАНСГРАНИЧНОГО ВЛИЯНИЯ РОВЕНСКОЙ АЭС НА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СТЫРЬ**

*Рассмотрены вопросы негативного влияния Ровенской атомной станции в результате сброса радиоактивных дебалансных вод на радиоэкологическое состояние г. Стырь в трансграничном контексте. Представлен предварительный прогноз относительно повышения фоновых значений трития.*

**Ключевые слова:** трансграничное воздействие, дебалансные воды, загрязнение, тритий, АЭС, удельная активность.

### **Введение**

Атомная энергетика — один из наиболее дешевых и экологически безопасных видов получения энергии. Возникающие вопросы энергетической независимости государства, связанные с дефицитом энергоресурсов в Украине, ставят развитие данной отрасли на уровень стратегических задач. Однако, не смотря на относительную экологичность АЭС в сравнении с теми же ТЭЦ или ГЭС, не стоит забывать о вероятности аварийных ситуаций на станции, а также о проблеме утилизации и захоронения ядерных отходов.

Эксплуатация АЭС оказывает на окружающую природную среду следующие виды воздействий: химическое, механическое, радиационное и тепловое. Эти воздействия, в свою очередь, приводят к негативным экологическим последствиям:

- к нарушению водного баланса в процессе строительства и эксплуатации промышленных, водохозяйственных (пруды-охладители и т.д.) объектов станции;
- загрязнению радиоактивными отходами;
- нарушению активности тепломассопереноса, связанному с изменением теплового и водного баланса верхней зоны горных пород.

РАЭС не имеет собственного пруда-охладителя, поэтому осуществляет сброс дебалансных вод непосредственно в воды р. Стырь,

оказывая тем самым влияние на радиоэкологическое состояние реки. Так как р. Стырь протекает также и по территории Белоруссии, то РАЭС может оказывать трансграничное влияние на территорию сопредельного государства. В связи с подписанием Украиной в 1991 году Конвенции Эспо и ее ратификацией в 1999 году [1] представляется актуальной оценка радиоэкологического состояния р. Стырь в контексте трансграничного влияния.

## **1. Краткая физико-географическая характеристика реки Стырь**

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

Длина реки составляет 494 км, из них 70 км приходится на территорию Белоруссии и 424 км — на территорию Украины; площадь бассейна — 13 100 км<sup>2</sup>, расход воды составляет 49,5 м<sup>3</sup>/с или 129,6 × 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>/мес. Общее направление течения реки — северное, северо-восточное. Расстояние по реке от РАЭС до границы с Белоруссией составляет ~75 км.

Вода р. Стырь используется в питьевых целях, но в районе крупных городов (Луцк, Кузнецовск и т.д.) происходит загрязнение реки сточными водами предприятий.

Воды реки Стырь используются для технологических потребностей Ровенской АЭС. На станции осуществляется непрерывный забор воды и дальнейший сброс дебалансных вод в реку.

## **2. 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 4 км от г. Кузнецовск [2].

На станции функционируют четыре энергоблока с установленной суммарной мощностью 2 880 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 (1986 и 2004 гг.). Планируемое строительство пятого и шестого энергоблоков (типа ВВЭР-1000) было отменено после аварии на ЧАЭС.

Сброс дебалансных вод осуществляется непосредственно в реку Стырь. Одним из самых распространенных радионуклидов в сбросах АЭС является тритий ( $^3\text{H}$ ). Тритий — радиоактивный изотоп водорода, является бета-излучателем с периодом полураспада около 12,32 года. Обладая незначительной энергией бета-частиц, при внешнем облучении организма не представляет значительной угрозы. Однако при попадании в организм, вступая в реакцию с кислородом, способен замещать водород, проникая в протоплазму клеток, вызывая при этом нарушение структуры ДНК, нарушение обмена веществ, а также онкологические заболевания.

В природе тритий образуется в верхних слоях атмосферы при взаимодействии космического излучения с ядрами атомов, например, азота. Количество естественного трития крайне мало. Однако, начиная с 1960-х годов, значительное количество  $^3\text{H}$  образовалось в результате испытания ядерного оружия, а также поступления его в окружающую среду с атомных электростанций. Результатом этого стало повышение фоновой активности (техногенный фон). В среднем по Украине техногенная активность трития в водах составляет  $\sim 4\text{--}6$  Бк/л [3].

Генерация трития в теплоносителе реактора типа ВВЭР происходит в результате вступления в реакцию лития (примесь гидроокиси калия) и бора (в виде борной кислоты). Основной вклад (80%) вработку трития дает реакция  $^{10}\text{B}(n,2\alpha)^3\text{H}$  [4]. Данная реакция протекает в воде первого контура, в ТВЭЛах 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 в результате утечки вследствие недостаточно плотного соединения различных устройств.

Несмотря на значительную мощность станции, где в среднем за сутки производство электроэнергии составляет 23,1 млн кВт/час, стоит отметить, что радиационная обстановка в районе расположения РАЭС в большей степени обусловлена аварией на ЧАЭС.

### 3. Радиозкологическое состояние реки Стырь в трансграничном контексте

Сбрасываемые в р. Стырь дебалансные воды кроме  $^3\text{H}$  содержат широкий спектр радионуклидов:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Sr}$ .

В водах р. Стырь были определены следующие объемные активности трития: до АЭС —  $6,7 \text{ кБк/м}^3$ , после АЭС (контрольный створ) —  $11,4 \text{ кБк/м}^3$ . В ряде случаев были обнаружены высокие объемные активности трития. В марте 1993 г. в водах р. Стырь, по данным Госкомгидромета, была зарегистрирована объемная активность  $6\,610 \text{ Бк/л}$ .

В 2010 г. годовой объем сбрасываемых вод составил  $13\,800 \text{ тыс. м}^3$ . Активность сброшенных радионуклидов в р. Стырь в 2010 г. составляла:  $345 \text{ МБк}$  цезия-137;  $101 \text{ МБк}$  кобальта-60;  $2,66 \cdot 10^6 \text{ МБк}$  трития [6]. На рис. 1 представлен суммарный объем водных сбросов РАЭС в воды р. Стырь по месяцам за 2010 г., тыс.  $\text{м}^3$ .

Данные диаграммы свидетельствуют о неравномерности сброса по месяцам; повышенные сбросы радиоактивных вод могут приводить к увеличению удельной активности нуклидов.

В течение 2010 г. содержание трития в воде р. Стырь до АЭС (с. Маневичи) и в контрольном створе (с. Сопачев) регистрировалось на уровне ниже  $42,0 \text{ кБк/м}^3$  [5].

Распределение средней мощности сброса  $^3\text{H}$  (ГБк/мес.) по месяцам за 2010 г. представлено на рис. 2.

Исходя из суммарного сброса дебалансных вод в декабре 2010 г., суммарной мощности сброса трития и месячного расхода воды

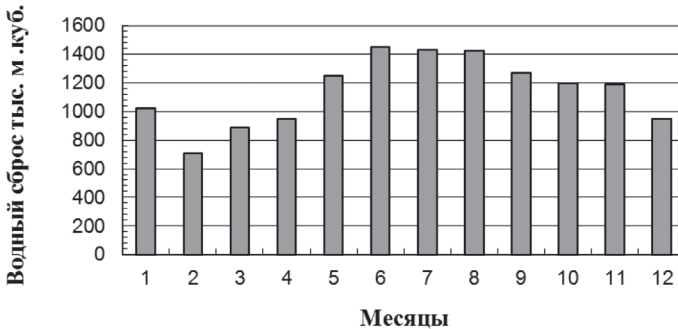


Рис. 1. Суммарный объем водных сбросов по месяцам

р. Стырь, можно оценить объемную активность трития в р. Стырь на границе с республикой Беларусь. Эта величина составляет приблизительно  $4,6 \text{ кБк/м}^3$ , что приводит к повышению концентрации трития в два раза выше фонового значения. Отсутствие пруда-охладителя, как некоего барьера, куда возможен неконтролируемый сброс в результате чрезвычайной ситуации на РАЭС, крайне остро ставит вопрос о радиационной безопасности не только Украины, но и соседней Белоруссии. В контексте трансграничного влияния Ровенской АЭС происходит повышение фоновых значений радионуклидов, в том числе и  $^3\text{H}$ , что в свою очередь приводит к ухудшению качества воды в р. Стырь. Использование вод данной реки для питьевого водоснабжения — как в Украине, так и за ее пределами — ставит радиоэкологические исследования и прогнозирование загрязнений в результате аварийной работы в ряд важнейших приоритетных задач.

## Выводы

Происходящий сброс радиоактивных дебалансных вод оказывает влияние на увеличение фоновой удельной активности трития в водах р. Стырь. Вниз по течению от сброса Ровенской АЭС зафиксировано заметное повышение фоновых значений для данного радионукли-

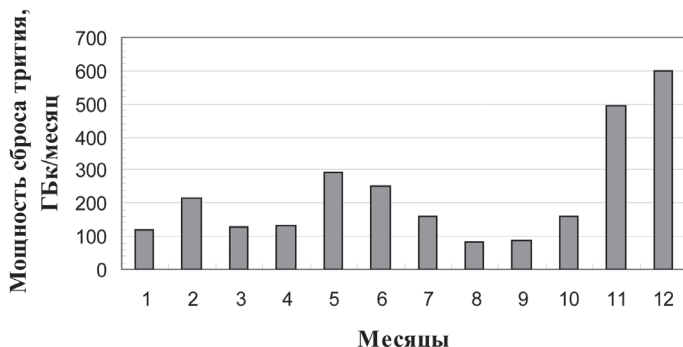


Рис. 2. Средняя мощность сброса  $^3\text{H}$  (ГБк/мес.)

да (11,4 кБк/м<sup>3</sup>), что является результатом работы станции. Содержание <sup>3</sup>H в реке варьируется в зависимости от времени года, а также неравномерности сбросов радионуклида с РАЭС в течение года.

Среднегодовая удельная активность <sup>3</sup>H колеблется в пределах 7 Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное содержание трития в реке было зафиксировано в марте 1993 г., объемная активность нуклида составляла 6610 Бк/л, что может свидетельствовать об аварийном сбросе трития. По нашим оценкам, учитывая расход воды, можно считать, что происходит разбавление сброса примерно в 130 раз. В таком случае с течением времени следует ожидать увеличения фоновой концентрации трития на границе с республикой Беларусь в два раза. В связи с этим дальнейший интерес представляют выявление негативных последствий в трансграничном контексте, а также проведение расчетов с использованием программного комплекса PC CREAM, которые позволят дать более точные оценки концентрации трития при нормальной эксплуатации РАЭС и возможных аварийных ситуациях.

1. Официальный сайт UNECE. — [http://www.unece.org/tu/env/eia/eia\\_r.html](http://www.unece.org/tu/env/eia/eia_r.html).
2. Официальный сайт Ровенской АЭС. — <http://www.rnpp.rv.ua>.
3. Коваленко Г. Д. Радиоэкология Украины : моногр. /Г. Д. Коваленко. — 3-е изд., перераб. и доп. — Х.: ИД «Инжэк», 2013. — 344 с.
4. Коваленко Г. Д. Накопичення і міграція тритію в районах розташування АЕС з реакторами ВВЕР/Г. Д. Коваленко, В. А. Седнев, В. В. Турбаєвський //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.

### **Жегуліна Ю. Н., Коваленко Г. Д. ОЦІНКА ТРАНСКОРДОННОГО ВПЛИВУ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС НА РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН Р. СТИР**

*Розглянуто питання негативного впливу Рівненської атомної станції у результаті скиду радіоактивних дебалансних вод на радіоекологічний стан р. Стир в транскордонному контексті. Надано попередній прогноз щодо підвищення фонових значень тритію.*

**Ключові слова:** транскордонний вплив, дебалансні води, забруднення, тритій, АЕС, питома активність.

**Zhehulyna Y. N. Kovalenko G. D. EVALUATION TRANSBOUNDARY IMPACTS ROVNO NPP TO STATE RADIOECOLOGICAL RIVER STYR**

*The problem of the negative impact of the Rivne nuclear power plant as a result of radioactive water into unbalanced condition, the Radiological Stir in a Transboundary Context. Courtesy previous forecast to increase background values of tritium.*

**Keywords:** *transboundary impacts, unbalanced water contamination, tritium, nuclear power plants, the specific activity.*