

воздействие ветровой эрозии, не приводит к образованию в результате эволюции низкоплодородных почв. Многолетние травы в сравнении с зерновыми и пропашными дают стабильные урожаи в годы с неблагоприятными погодными условиями.

Слой торфа мощностью менее 1 м, подстилаемый песками, необходимо объявить почво- и природоохранным, так как при его сработке снижаются запасы органического вещества, влагоемкость почв, их плодородие, создаются благоприятные условия для проявления ветровой эрозии и усиления миграции химических элементов загрязнения окружающей среды.

Для сохранения и повышения плодородия мелиорированных почв, создания положительного баланса органического вещества и, в целом, баланса питательных веществ необходимо: вносить органические удобрения на минеральные и торфяные осушенные почвы; возделывать на минеральные удобрения пожнивные, подсевные и промежуточные культуры; производить запарку излишков соломы; удлинять сроки использования многолетних трав при надлежащем уходе за ними.

### Список литературы

1. Колешко О. И., Ковзбутенская Л. А., Зайко С. М. // Экология почвенных микроорганизмов. Мн., 1974. С. 48.
2. Бамбалов Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. Мн., 1984. С. 175.
3. Скоропанов С. Г., Бамбалов Н. Н., Тиво П. Ф. Эволюция торфяных почв: Охрана с/х угодий и окружающей среды. Мн., 1984. С. 193.
4. Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. М., 1986. С. 126.
5. Донских И. Н., Иванов А. И. // Агрехимия. 1978. № 1. С. 70.
6. Трускавецкий Р. С. Закономерности эволюции осушенных торфяных почв Украинской ССР, их окультуривание и управление плодородием. Киев, 1983. С. 50.

УДК 504.4.06

Г. В. НОВИКОВ, В. П. РОМАНОВ,  
Н. А. КАПЕЛЬЩИКОВ, М. Е. ФЕЙГЕЛЬМАН

### ВЛИЯНИЕ ИГНАЛИНСКОЙ АЭС НА СОСТОЯНИЕ оз. ДРИСВЯТЫ

Thermal, gas, hydrochemical properties of water, gamma-activity of bottom sediments lake Drisviyty, formed under the influence of Ignalina atomic electric power station, are presented in this paper.

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС резко встал вопрос о надежности работы предприятий топливного ядерного цикла. Наиболее близка к территории Беларуси Игналинская АЭС на оз. Дрисвяты, оснащенная реакторами чернобыльского типа. Планового мониторингового изучения ландшафтов 30-километровой зоны влияния ИАЭС, как и самого озера, пока не проводится. Этот пробел может быть частично восполнен данной работой, цель которой — показать эколого-геохимическое состояние оз. Дрисвяты в связи с воздействием Игналинской АЭС.

В геологическом отношении зона антропогенного влияния ИАЭС приурочена к северо-западным склонам Листовско-Белорусского антиклинария. Кристаллический фундамент, залегающий на глубине около 500–700 м, перекрыт алевритами, песками, мергелями, известняками, доломитизированными глинами. Плейстоценовые отложения представлены моренным и водно-ледниковым материалом, сформировавшим гляциальные ландшафты северо-восточной Литвы и прилегающей части Беларуси. Почвы в основном дерново-подзолистые на суглинках, реже песчаные и болотные. Среди современных геологических процессов преобладают плоскостной смыв (в основном более 1 мм/год), крип (от 2 до 4 мм/год).

Уровень первого от поверхности (ненапорного) водоносного горизонта изменяется от 150–160 м на водоразделах до 132–138 м в понижениях рельефа, занятых озерами. Мощность зоны аэрации колеблется от

первых метров до 20 м и более. В холодный период года здесь преобладают ветры южных румбов (Ю, ЮЗ, ЮВ) со скоростью 4–5 м/сек, в теплый период скорость ветра составляет 2,5–3,5 м/сек, а направление меняется на западное (З, СЗ, ЮЗ). В оз. Дрисвяты впадают три реки: Дрисвята, Смальявяле, Ричанка, а вытекает одна – Прорва. Абсолютные отметки уровня воды озера 141,6 м, значения уреза воды в озерах Ставок и Оболе соответственно 141,1 и 137,0 м.

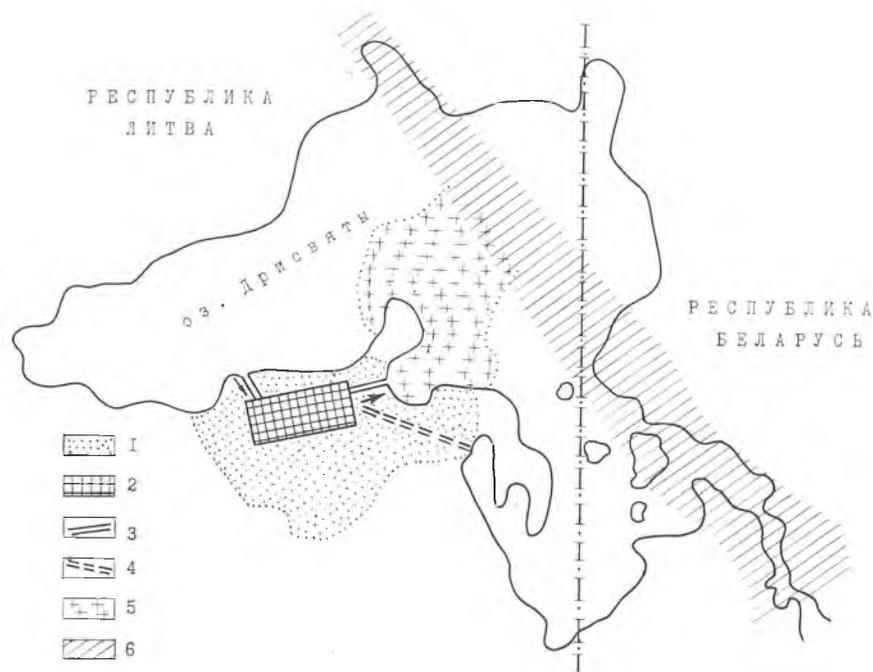


Рис. 1. Схема расположения Игналинской АЭС:  
 1 – территория АЭС; 2 – ядерные реакторы; 3 – действующие каналы для забора и сброса вод;  
 4 – строящийся канал; 5 – тепловое загрязнение озера; 6 – тектонически активная зона

На южном берегу оз. Дрисвяты расположена Игналинская АЭС, два блока которой функционируют, строительство же третьего приостановлено. Территория АЭС в целом отличается повышенной техногенной нагрузкой на ландшафт, разрушением почвенно-растительного покрова, причем нередко и самого берега озера. Это способствует повышенному плоскостному сносу в озеро песчано-глинистых частиц, отлагаемых на прибрежных отмелях. Наряду с этим прорыты два канала. Один из них предназначен для забора воды и охлаждения реакторов, другой – для сброса ее в водоем-охладитель. В пределах озера регистрируется тепловая аномалия шириной от 2,0 до 2,5 км (тепловизионный аэроснимок выполнен с вертолета тепловизором «Вулкан»), ориентированная в северном направлении (четкий восточный контур и несколько размыто западное ограничение). Такая конфигурация обусловлена резким увеличением глубины озера до 20 м и более. Контур теплового загрязнения остается, по-видимому, достаточно постоянным, о чем говорит сравнение материалов ИК тепловизионной съемки этой территории 1988 и 1989 гг.

В ходе комплексной радиационно-экологической съемки (08.05.1992 г.) были произведены замеры температуры воды и содержания кислорода контактными методами.

Температура воды в сбросном канале составила 23,2 °С при содержании кислорода 6,2 мг/л, что определило 72 % насыщения. В заливе, непосредственно примыкающем к сбросному каналу, ощущается сильное воздействие подогретых вод. Так, слой воды толщиной 2 м имел температуру 20,0 °С и выше, достигая на поверхности 23,0 °С. С глубины 3 м идет резкое падение температуры с градиентом в 5 °, а затем

происходит плавное ее понижение до 12 °С в придонном слое. Следует обратить внимание на то, что температура 23 °С не характерна для естественных водоемов Беларуси для этого времени года, когда водная толща только начинает прогреваться после периода весенней циркуляции. Так, согласно [1], наивысшая температура 25,4 °С наблюдалась в оз. Дрисвяты в естественном состоянии (до строительства атомной станции) лишь в июле. В этой части водоема отмечалась кислородная инверсия – в поверхностных слоях воды содержание кислорода составило 6,0 мг/л, а на глубине 6 м – 7,0 мг/л.

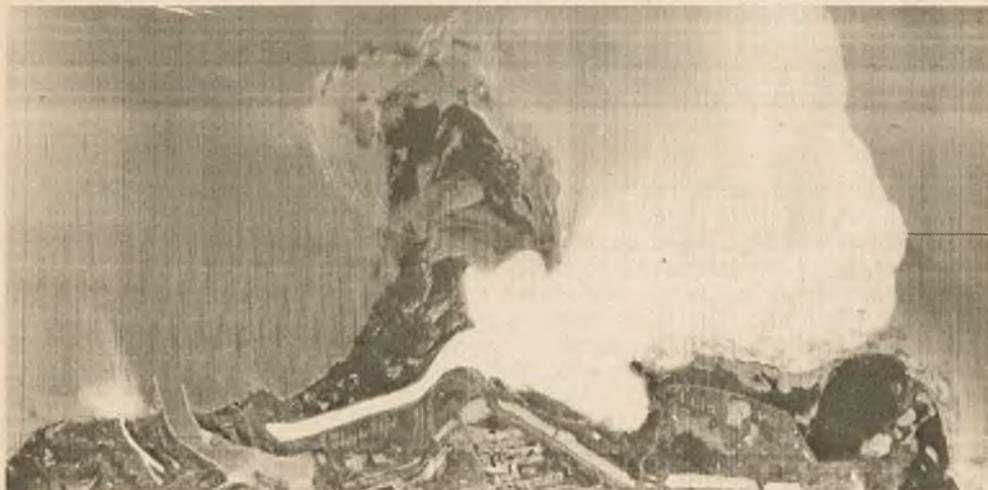


Рис. 2. Тепловая съемка сброса отработанных вод Игналинской АЭС

Распределение температуры воды по вертикалям в юго-восточной части озера (территория Беларуси), удаленной от сбросного канала, было близко к нормальному и влияние теплых вод не ощущалось. Наблюдалось плавное понижение значений от 15–16 °С на поверхности до 12–14 °С в придонной части. Содержание кислорода составило от 6,8–6,6 мг/л в поверхностных слоях до 2,8–1,8 мг/л в придонных. В величинах процентного насыщения на поверхности значения не превышали 70 %, а в придонной части – 16–27 %.

От площадки третьего энергоблока начинается новый канал, ориентированный на юго-восточный залив озера. При его эксплуатации сброс отработанных вод безусловно резко изменит тепловой режим озера, загрязнение распространится на всю южную часть водоема. Острова Замек, Липовец, Сосновец с отмелями станут естественным барьером для проникновения сброшенных вод в основную часть озера. Последующий их вынос р. Прорва повлечет за собой загрязнение озер Ставок, Оболе, Богинское и связанных с ними вод.

Материалы дешифрирования аэрокосмоснимков, комплекс структурно-геоморфологических и морфометрических исследований, проведенных по данной территории, позволили выделить тектонически активную зону (ТАЗ), которая индуцируется в современном ландшафте цепочкой выстроенных и вытянутых вдоль зоны озер Богинское, Оболе, Дрисвяты, Бригенос, Устаускас, отрезком р. Зап. Двины (Игналинская ТАЗ). Сюда же приурочено и глубоководное (20–31 м) желобовидное понижение дна оз. Дрисвяты, на западном борту которого расположена атомная станция. В связи с этим при повышенной инфильтрации поверхностных и грунтовых вод в этих зонах любое загрязнение озера имеет дополнительную возможность к миграции практически в любом направлении.

С целью изучения воздействия Игналинской АЭС на химический состав воды оз. Дрисвяты было проведено геохимическое опробование в зоне выхода теплых вод и в наиболее удаленной западной части водоема. Компонентный состав воды определялся химическим методом, согласно [2]. В анионном составе преобладают ионы  $\text{HCO}_3^-$ , относительное

содержание которых изменяется в пределах 2,48–2,52 мг-экв/л. Концентрация ионов хлора составляет 0,35, а сульфатов 0,31–0,32 мг-экв/л. В составе катионов доминирует кальций (1,82 мг-экв/л), далее следуют ионы магния (1,02), натрия (0,29–0,32), калия (0,08 мг-экв/л). Минерализация в тепловом факеле составляет 240,8 мг/л против 237,3 мг/л в западной части озера. Реакция воды слабощелочная, тип воды, по О. Алекину [3], гидрокарбонатно-кальциевый. Среди микроэлементов отмечается незначительное увеличение цинка (0,01 мг/л) в факельной зоне. Таким образом, различия в химическом составе вод озера незначительны.

В соответствии с [1], по состоянию на 1971 г., минерализация и жесткость воды озера находились в пределах 180–230 мг/л и 2,3–2,8 мг-экв/л соответственно, достигая значений свыше 200 мг/л и 2,5 мг-экв/л в зимний период года. В 1985 г. химический состав воды оз. Дрисвяты определялся следующими величинами: рН 7,8–8,0;  $Mg^{2+}$  5,6–9,7 мг/л;  $Cl^-$  9,6–13,1;  $SO_4^{2-}$  20,2–23,5;  $HCO_3^-$  134,2–146,4;  $Ca^{+}$  35,9–40,0, минерализация 226,7–242,5 мг/л, жесткость 2,38–2,59 мг-экв/л (данные приведены по пункту контроля у д. Пашевичи) [4].

Согласно [5], кроме долгоживущих радионуклидов Ra, V, Pu, Th, Pb, предприятия топливного ядерного цикла способны выбрасывать в окружающую среду и другие элементы, в том числе и тяжелые металлы (Cr, Co, Zn, Mn и др.). Поэтому было проведено геохимическое апробирование донных осадков оз. Дрисвяты. Пункты отбора проб размещены равномерно по площади озера на абсолютных глубинах от 5 до 25 м. Мощность врезания пробоотборника в осадочный слой составляла 0,3–0,4 м. Отобранные смешанные (по каждому пункту отбора) образцы проанализированы на 39 элементах эмиссионным спектральным методом. Построены карты распределения микроэлементов. Анализы показали, что содержание Mo, W, Ag, Be, Bi, Nb, Ba, Sr, Ni значительно меньше кларковых величин, а концентрация остальных элементов находится в пределах кларка и выше. Для каждой пробы рассчитаны геохимические индексы.

При эксплуатации АЭС в нормальном режиме обеспечена локализация основного количества радиоактивных продуктов в реакторной установке и в системах спецводоочистки и спецгазоочистки. Предусмотрена высокая герметичность парогенератора, трубопроводов первого контура реактора, вследствие чего радиоактивные продукты локализируются внутри теплоносителя. В то же время, по нашим исследованиям, гамма-активность донных отложений в зоне сброса отработанных вод ( $5,0 \cdot 10^{-9}$  кю/кг) имеет почти двукратное превышение относительно остатальной части озера (1,5–3,5) и фона ( $2,6 \cdot 10^{-9}$  кю/кг). Техногенные радионуклиды  $Co^{60}$  и  $Mn^{54}$ , привнесенные в оз. Дрисвяты отработанными водами со второго контура системы теплосъема энергетического блока станции, были обнаружены комплексной экспедицией, работавшей здесь в мае 1992 г. по распоряжению Совета Министров Республики Беларусь.

Комплексный анализ эколого-геохимической обстановки оз. Дрисвяты, синтез техногенных нагрузок и устойчивости природных систем к загрязнению показывают, что состояние участка факультальной зоны приемника-охладителя уже можно рассматривать (с экологической точки зрения) как весьма напряженное. Таким образом, весь комплекс проведенных работ подтверждает необходимость развертывания сети мониторинговых наблюдений как в зоне Игналинской АЭС, в том числе и на оз. Дрисвяты, так и на других АЭС (Смоленской, Ровенской), близко расположенных к территории Беларуси.

### Список литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Л., 1971. Т. 5. Ч. 1.
2. Геохимическое изучение ландшафтов Березинского биосферного заповедника / Под ред. К. И. Лукашева. Мн., 1985.
3. А л е к с и н О. А. Основы гидрохимии. Л., 1963.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши: Бассейны рек Белорусской ССР. Л., 1985. Т. 3 (3).
5. А л е к с е в Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л., 1987.