

УДК 665.4 : (627+551.510.04)

Димитрий ЕГОРОВ, Марина ТРАПИДО, Кайдо РАЮР,
Владимир ТУЛЬЧИНСКИЙ, Алексей ЗОТОВ

ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛАНЦЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЭСТОНСКОЙ ССР НА СОСТОЯНИЕ ЧУДСКОГО ОЗЕРА

Наиболее развитым промышленным центром Эстонской ССР после города Таллина и его окрестностей является северо-восточная часть республики, включающая сланцевый бассейн с добывающими и перерабатывающими горючий сланец предприятиями. Добычей сланца занимаются карьеры и шахты ПО «Эстонсланец», химической его переработкой предприятия ПО «Сланцехим» и СХЗ «Кивиыли», энергетическим использованием электростанции Эстонглавэнерго — Прибалтийская и Эстонская ГРЭС, Кохтла-Ярвская ТЭЦ и входящая в ее состав Ахтмеская ТЭЦ. Сильное влияние на окружающую среду северо-востока Эстонии оказывают также предприятия промышленности строительных материалов, использующие отходы названных выше отраслей. Район расположения промышленных предприятий отделяется от Чудского озера полосой лесов, болот и сельскохозяйственных угодий шириной 35—60 км.

Непосредственное влияние на экосистему озера оказывают сточные воды сланцедобывающей промышленности. Большая часть шахтных вод спускается в Финский залив, а от Нарвского карьера — через р. Мустаыги в р. Нарва. Все же откачиваемые воды от ряда шахт идут в р. Роостая и далее через р. Пунгерья попадают около деревни Раннапунгерья в Чудское озеро (рис. 1). Эти воды несут в себе значительное количество неорганических соединений кальция, магния, натрия, калия и т. д. Многие из перечисленных элементов присутствуют в виде сульфатов. Концентрация SO_4^{2-} в воде р. Пунгерья на порядок превышает его концентрацию в Чудском озере и других реках (рис. 2). Сток через р. Пунгерья составляет всего около 1% от стока через р. Нарва, однако, учитывая повышенную концентрацию загрязняющих веществ, влияние р. Пунгерья весьма заметно. Так, например, концентрация иона SO_4^{2-} в озере на станции 47 заметно выше, чем в других местах (рис. 2).

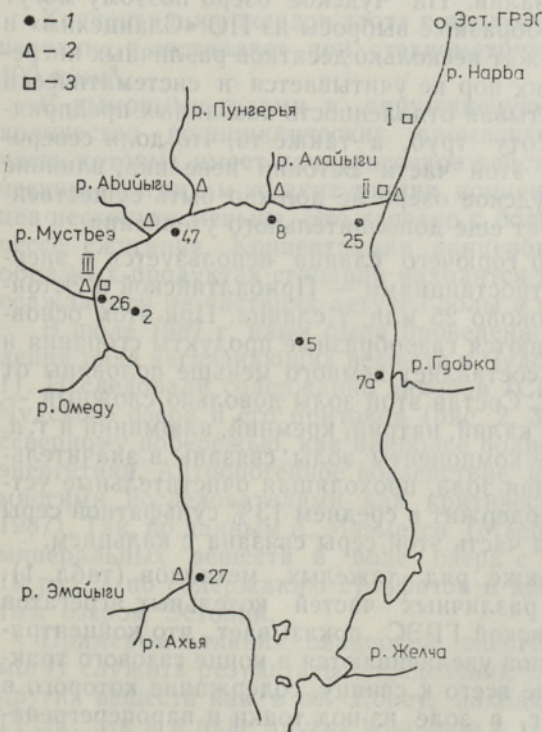


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб воды в Чудском озере (1), на устьях притоков (2) и на снежном покрове (3).

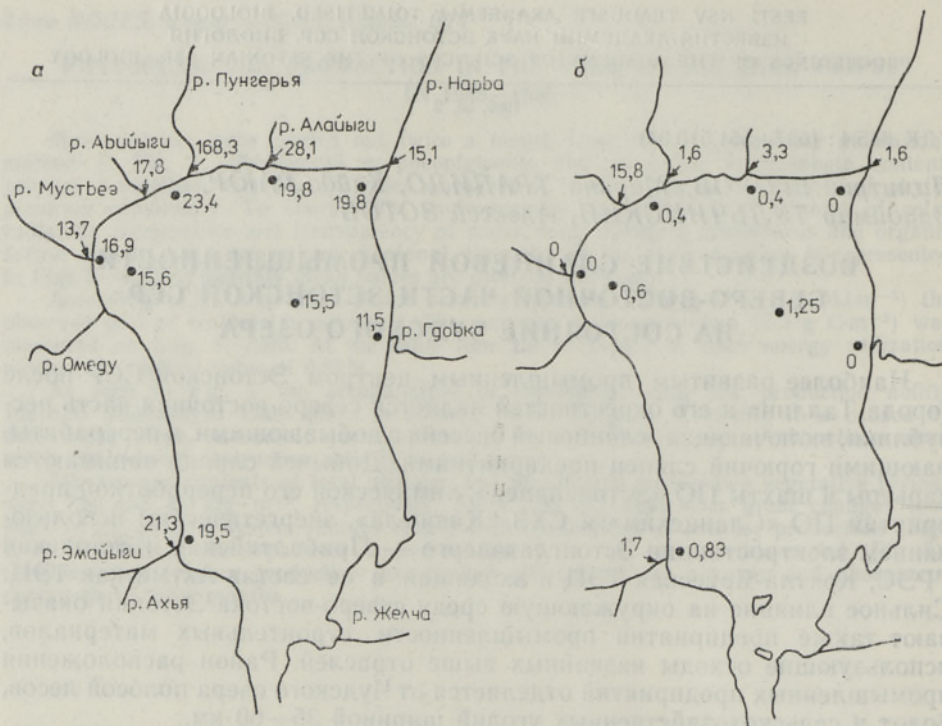


Рис. 2. Распределение сульфатов (а) и нитратов (б) в Чудском озере и его притоках в июле 1987 года, мг/л.

Сточные воды сланцехимических предприятий северо-востока Эстонии направляются в Финский залив. На Чудское озеро поэтому могут оказывать влияние только газообразные выбросы из ПО «Сланцехим» и СХЗ «Кивийыли», которые содержат несколько десятков различных ингредиентов, часть из которых до сих пор не учитывается и систематически не контролируется. Все же, учитывая отдаленность названных предприятий от озера и небольшую высоту труб, а также то, что доля северо-западных ветров в розе ветров этой части Эстонии невелика, влияние химических предприятий на Чудское озеро не должно быть существенным. Однако этот вопрос требует еще дополнительного уточнения.

Большая часть добываемого горючего сланца используется в энергетике. Так, крупнейшими электростанциями — Прибалтийской и Эстонской ГРЭС, сжигается за год около 25 млн. т сланца. При этом основными веществами выброса являются газообразные продукты сгорания и сланцевая зола, доля которой составляет немного меньше половины от всей массы сжигаемого сланца. Состав этой золы довольно сложный — она содержит кальций, магний, калий, натрий, кремний, алюминий и т. д. Щелочные и щелочноземельные компоненты золы связаны в значительной степени с серой. Так летучая зола, проходящая очистительные устройства котельных агрегатов, содержит в среднем 13% сульфатной серы в пересчете на SO_2^{2-4} . Основная часть этой серы связана с кальцием.

Летучая зола содержит также ряд тяжелых металлов (табл. 1). Анализ проб, отобранных из различных частей котельных агрегатов ТП-101, используемых на Эстонской ГРЭС, показывает, что концентрации некоторых тяжелых металлов увеличиваются в конце газового тракта котла. Это относится прежде всего к свинцу, содержание которого в сланце немного более 100 мкг/г, в золе из-под топки и пароперегрева-

Концентрация микрокомпонентов в пробах сланца и сланцевой золы
по Д. Егорову (Егоров и др., 1986), мкг/г

Проба	Cu	Ni	Zn	V	Pb
Средняя проба сланца за время опыта	9	48	82	54	107
Зола из-под топки	14	81	69	67	149
Зола из-под пароперегревателя	14	79	87	72	153
Зола из-под электрофильтра (I поле)	15	79—84	90—100	75—82	200—250
Зола из-под электрофильтра (IV поле)	19	71—78	150	85—104	300—350

теля около 150 мкг/г, а из-под последнего поля электрофильтра 350 мкг/г. Иными словами, летучая зола содержит повышенные количества свинца, ванадия и цинка.

К основным вредным газообразным веществам, выбрасываемым энергетическими предприятиями в атмосферу, относятся оксиды серы и азота. Оксиды серы образуются при горении сланца-кукерсита из серы, входящей в состав органических соединений и из колчеданной серы. Содержание серы в поступающем на электростанции сланце составляет 1,5—1,7% от рабочей массы топлива. Учитывая низкую теплоту сгорания, сланец следует отнести к высокосернистым топливам. К счастью, сланцевая зола, содержащая большие количества оксидов кальция и других щелочноземельных и щелочных металлов, способна связывать значительную часть оксидов серы. В зависимости от конструкции и режима работы в сланцевых котлах связывается 65—85% серы, хотя теоретически сланцевая зола способна связывать гораздо большую часть оксидов серы.

Концентрация оксидов азота в продуктах сгорания эстонских сланцев невелика и составляет при стехиометрическом избытке воздуха 300—400 г/нм³.

С дымовыми газами в окружающую среду выделяется некоторое количество полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), часть которых имеет канцерогенное действие. По сравнению с энергетическим сжиганием жидких топлив концентрация ПАУ при горении сланцев несколько меньше. Это связано с большим избытком воздуха в процессе сжигания. Концентрации канцерогенного бенз(а)пирена в газообразных продуктах сгорания находятся в пределах 30—100 нг/м³. ПАУ осаждаются на частицах летучей золы и переносятся вместе с нею.

В июле 1987 г. нами была проведена работа по изучению распределения ряда загрязняющих веществ в Чудском озере и его притоках (рис. 1). Исследовали содержание анионов (Cl⁻, NO⁻³, SO²⁻⁴) и ПАУ в воде Чудского озера и его притоков (рис. 2, 3). Особое внимание уделялось северному побережью, как наиболее подверженному влиянию сланцевой энергетики. Антропогенное воздействие на Чудское озеро оценивается многими исследователями как критическое (Симм, 1987; Райа и др., 1987). Так, по данным А. Мязметса (Mäemets, Tiidor, 1982), содержание минеральных веществ в воде озера с 1955 по 1982 гг. увеличилось в 10 раз, а по содержанию сульфатов и хлоридов оно стало самым богатым озером Эстонии.

Примером влияния сланцевой энергетики на окружающую среду могут служить результаты определения концентраций сульфатов и ряда других веществ как в оз. Консу, находящемся недалеко от Эстонской ГРЭС, так и в ряде других водоемов и водотоков (табл. 2). Концентра-

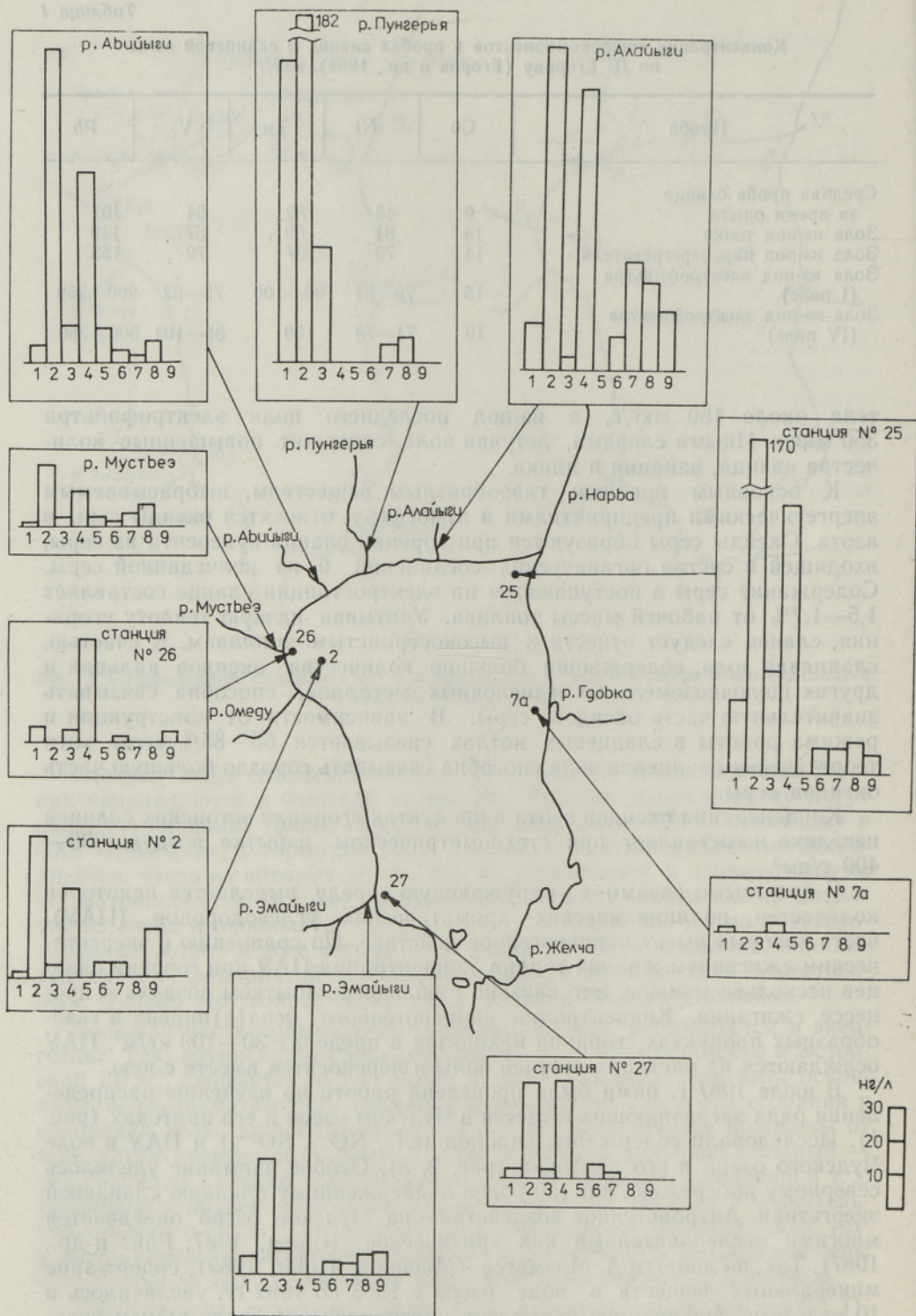


Рис. 3. Распределение ПАУ в Чудском озере и его притоках в июле 1987 года, нг/л.
 1 — антрацен; 2 — фенантрен; 3 — пирен; 4 — флуорантен; 5 — бенз(а)антрацен; 6 — хризен; 7 — бенз(а)пирен; 8 — бенз(е)пирен; 9 — бенз(ghi)перилен.

Содержание анионов и ПАУ в водоемах сланцевого бассейна

Водоем	Содержание анионов, мг/л			Сумма ПАУ, нг/л
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	
оз. Консу	177—188	1,8—3,0	9,3—10,3	145
Нарвское водохранилище	20,2	0	9,3	928
р. Алайыги	28,1	3,3	6,7	366
р. Нарва (исток)	15,2			
Чудское озеро у Васкарвы	17,7—19,8	0—1,6	7,0—7,8	386

ция сульфатов в оз. Консу значительно выше (177—188 мг/л), чем в других водоемах. Очевидно, что осаждение сульфатов с золой, а также взаимодействие газообразных оксидов серы с водами озера способствует повышению содержания сульфатов в воде. Более высокие количества сульфатов отмечены и в р. Алайыги, которая собирает воды с площадей, на которые действуют выбросы сланцевых ТЭС. Содержание нитратов в водах оз. Консу и р. Алайыги повышено по сравнению с содержанием нитратов в р. Нарва и Чудском озере у Васкарвы.

Количество сульфатов в воде Чудского озера в июле 1987 г. составляло 11,5—23,4, хлоридов 5,4—11,2 мг/л. Количество нитратов было невелико — от 0 до 1,25 мг/л.

Количественный и качественный составы ПАУ сильно различаются в разных точках озера и его притоках (рис. 3). В целом наибольшее количество из всех ПАУ приходится на трехкольчатые фенантрен и флуорантен. Исключение составляет устье р. Пунгерья, где отмечены высокие концентрации антрацена и фенантрена, а флуорантен не обнаружен. Бенз(а)антрацен отсутствует в пробах всех станций озера, но некоторые количества присутствуют в воде рек Муствез и Авийыги. Количество бенз(а)пирена составляет в среднем на акватории озера 2,8 нг/л, существенно превышая этот уровень только в устье р. Алайыги (33,4 нг/л) и на станции 25 (7,5 нг/л), расположенных вблизи истока р. Нарва.

Для оценки атмосферного переноса загрязняющих веществ исследовали пробы снежного покрова, отобранные на побережье Чудского озера в феврале 1987 г. (табл. 3). Установлено, что количество сульфатов в целом в два раза выше на северном побережье озера, чем в Муствез. рН талой воды также выше на северном (район Васкарва—Кунингакюла), ниже на западном побережье озера, что несомненно связано с влиянием сланцевой золы, богатой щелочными компонентами, на снежный покров. Интенсивность выпадения бенз(а)пирена на снежный покров несколько выше (1,5 раза) в Кунингакюла, чем в Васкарва и Муствез.

Таблица 3

Интенсивность выпадения некоторых веществ на снежный покров в районе Чудского озера

Обозначение на рис. 1 и место отбора проб	рН	Концентрация анионов, мг/м ² ·сут			Концентрация загрязняющих веществ, мкг/м ² ·сут					
		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	бенз(а)-пирен	Pb	Cu	Co	Zn	Cd
I Кунингакюла	7,06	1,90	1,81	7,32	0,0140	26,8	2,8	3,0	2,2	0,48
II Васкарва	7,11	1,60	1,92	6,06	0,0082	10,7	2,1	1,6	26,2	0,17
III Муствез	6,36	1,80	1,83	3,18	0,0096	10,3	2,4	2,5	26,6	0,18

Выводы

Из представленных материалов видно, что сланцевая энергетика оказывает существенное влияние на северную часть Чудского озера. С энергетическими выбросами в Чудское озеро поступает значительное количество соединений серы, щелочных компонентов, ПАУ и тяжелых металлов.

В связи с возможным расширением Прибалтийской ГРЭС проблемы защиты окружающей среды требуют дальнейшего детального изучения.

ЛИТЕРАТУРА

- Егоров Д., Клаос Е., Одинец В. Распределение микрокомпонентов минеральной части топлива в золе в зависимости от режима горения // Влияние минеральной части энергетических топлив на условия работы парогенераторов. Тез. IV Всесоюз. конф. Таллин, 1986, 39—43.
- Симм Х. Проблема Псковско-Чудского озера // Изв. АН ЭССР. Биол., 1987, 36, № 2, 105—110.
- Райа Т., Ярвет А., Лойгу Э., Маастик А. О формировании загрязнительной нагрузки Псковско-Чудского озера // Изв. АН ЭССР. Биол., 1987, 36, № 2, 156—161.
- Mäemets, A., Tiidor, R. Täiendavaid andmeid Peipsi seisundi kohta // Informatsiooniseeria XIV. Keskkonnakaitse, 1982, nr. 4, 1—5.

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
6/VI 1988

Институт прикладной геофизики
Госкомгидромета СССР

Dimitri JEGOROV, Marina TRAPIDO, Kaido RAJUR, Vladimir TULTSINSKI,
Aleksi ZOTOV

KIRDE-EESTI PÕLEVKIVITÖÖSTUSE MÕJUST PEIPSI JÄRVELE

Kirde-Eesti on vabariigi arenenumaid tööstusrajoone. Selle gaasilised heitmed ja heitveed mõjutavad Peipsi järve vee keemilist koostist märgatavalt. Põlevkivitööstuse heitmetega satub järve olulisel hulgal väävliühendeid ja leeliselisi komponente. Lend-tuhaga võivad vette sattuda ka polütsüklilised areenid ja mitmed raskmetallid. Balti soojuselektrijaama võimaliku laiendamise tõttu vajab järve saastamine edaspidi detailset uurimist.

Dimitri YEGOROV, Marina TRAPIDO, Kaido RAJUR, Vladimir TULCHINSKY,
Aleksi ZOTOV

INFLUENCE OF THE OIL SHALE POWER INDUSTRY OF NORTH-EASTERN ESTONIA ON LAKE PEIPSI

Northeastern Estonia is one of the most developed industrial regions in the Republic. Its gaseous emissions and wastewaters have a considerable influence on the chemical composition of water in L. Peipsi. Significant amounts of sulfur compounds and alkali components are delivered to the lake with wastes of the oil shale industry. Also PAH and a number of heavy metals are delivered by fly ash. This problem requires a detailed further investigation because of the possible enlargement of the Baltic Power Plant.