

Для анализа макрофитов отбирался растительный материал разных экологических групп: погруженные и свободноплавающие – рдест стеблево-объемлющий (*Potamogeton perfoliatus* L) и ряска малая (*Lemna minor* L). Перед анализом образцы высшей водной растительности высушивали до лабораторно-сухого состояния при стандартных условиях, озление производили в муфельной печи при 450<sup>0</sup>C. Результаты анализа растительного материала показали, что высоким уровнем накопления тяжелых металлов отличались образцы, произрастающие в

устьях питающих рек сбросного канала ГРЭС. Более высокая устойчивость по отношению к повышенным концентрациям тяжелых металлов обнаружена у ряски малой.

Таким образом, соединения тяжелых металлов усваиваются из водной среды и твердой фазы донных осадков фитопланктоном и высшей водной растительностью. В конце вегетационного периода при разложении растительной биомассы тяжелые металлы поступают в водную среду, вызывая вторичное загрязнение водоема-охладителя БГРЭС-1.

## Литература

1. Лапин И.А., Красюков В.Н. Роль гумусовых веществ в процессах комплексообразования и миграции металлов в природных водах // Водные ресурсы. – 1986. – № 1. – С. 134-144.
2. Вредные химические вещества: Справочник / Под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
3. Даувальтер В.А. Оценка токсичности металлов, накопленных в донных отложениях // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27. – № 4. – С. 469-476.
4. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1988. – 287 с.
5. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
6. Гладышев М.И., Грибовская И.И., Иванова Е.А., Москвичева А.В., Мужкина Е.Я., Чупров С.М. Содержание металлов в экосистеме и окрестностях рекреационного и рыбоводного пруда Бугач // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. № 3. – С. 320-328.
7. Морозова О.Г., Пен Р.З., Репях С.М. Особенности формирования гидрохимического режима водоема-охладителя БГРЭС-1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2001. – 214 с.
8. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Кочарян А.Г. Тяжелые металлы в донных отложениях Иваньковского водохранилища // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. – № 3. – С. 310-319.

---

УДК 551.493

Т.Ф. Солохина

## ПАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС-1

На формирование качества воды вновь созданного водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1 оказывает влияние множество природных и антропогенных факторов. К абиотическим факторам формирования химического состава воды относятся [1] особенности географического положения водного объекта, климат, рельеф местности, геологическое строение подстилающих пород и химический состав почв; гидрографический, гидрологический режим речной системы, питающей водоем, его морфология, скорость водообмена, экологическое состояние территории водосбора.

Рельеф местности является косвенным фактором формирования качества природных вод, но он оказывает большое влияние на гидрогеологические условия бассейнов рек. Особенности рельефа местности влияют на условия водообмена, от которого зависит химический состав вод; на объемы поверхностного стока и дренированность подземных вод; способствуют перераспределению выпадающих на земную поверхность осадков.

Поверхностный сток усиливается на возвышеностях и их склонах, при этом условия питания

подземных вод ухудшаются. В понижениях рельефа он замедляется, при этом увеличивается инфильтрация водного стока в почву. Рельеф местности влияет на водный режим почв, их солевой состав; понижения рельефа создают условия для заболачивания территории, обуславливают специфический химический состав вод.

Особенностью географического положения рассматриваемого района является близость к центру материка, что обеспечивает ему разнообразие природных условий. Территория находится в зоне значительного влияния Азиатского антициклона, в полосе затухания воздушных масс атлантического происхождения и определенного воздействия арктического континентального воздуха. Она является также областью контакта пространств юго-восточной оконечности Западно-Сибирской равнины, горных отрогов Кузнецкого Алатау и Восточных Саян [2].

Рассматриваемая территория находится на стыке двух крупных морфоструктур Алтай-Саянской горной области и Западно-Сибирской равнины, поэтому рельеф рассматриваемой территории [3; 4] разно-

роден. Южную и юго-западную части района окаймляют предгорья восточных склонов Кузнецкого Алатау. В северной и северо-восточной части высота горных массивов постепенно уменьшается и переходит в равнинную Назаровскую котловину, северная часть которой занята Кия-Урюп-Ачинской лесостепью. В верхней части бассейна реки носят горный характер, а реки восточных склонов имеют плоские долины с отлогими склонами.

Горные и предгорные участки рассматриваемой территории, сложенные пористыми трещиноватыми известняками, туфами и сланцами [5], благоприятно воздействуют на аккумуляцию подземных вод и питание рек. В этой толще циркулируют трещинно-карстовые и трещинно-жильные воды. В районах распространения карста его влияние на речной сток еще более существенно затрудняет водоотдачу, значительная часть поверхностных вод переходит в подземные; отсюда резко увеличивается доля последних в общем стоке.

В центральных и южных частях района на возвышенных участках, где распространены монолитные породы (порфириты, диабазы), регулирующая емкость бассейна уменьшается, приводя к снижению подземного стока в реки и увеличению доли поверхностного стока на водосборе [5]. Значительная часть бассейна р. Береш расположена в "дождевой тени" гор Кузнецкого Алатау [6]. Особенno это отражается на средней (предгорной) и нижней (котловинной) частях бассейна, которые получают недостаточно влаги для формирования водных ресурсов. Основные водные ресурсы водотоков бассейна р. Береш формируются в горной части территории. Таким образом, рельеф бассейна в целом оказывает неблагоприятное влияние на формирование и состояние водных ресурсов Береша.

Анализ ландшафтно-геохимического строения геосистем помогает прогнозировать ситуацию современного состояния вещества в них, его фоновых параметров, миграции и аккумуляции вещества в различных природных образованиях. Ландшафтно-геохимическая обстановка во многом определяет направление трансформации и перераспределения техногенных веществ в геосистемах. Устойчивость геосистем обусловлена наличием мощных биогенного и гумусово-адсорбционного барьера, интенсивностью миграции, буферной емкостью почв и характером дренажирования.

Состояние геосистем в этом районе изучалось в 60–80-х годах довольно подробно, так как здесь планировалось размещение первой очереди гигантского топливно-энергетического комплекса [2; 3; 6]. Схема ландшафтно-геохимического районирования основана на физико-географической дифференциации территории, поскольку структура и динамика геосистем определяют распределение химических элементов. Она предусматривает выделение физико-географических провинций и округов (макрогоехор) по преобладающему типу природной среды, составу элементов в геосистемах, преобладающим ландшафтно-

геохимическим барьерам и направлению миграции вещества, степени антропогенного искажения и устойчивости геосистем к воздействию техногенного фактора.

Верховья рек Урюп, Береш, Базыр, принадлежащих к бассейну Верхнего Чулымса, находятся на юго-западе территории, которую занимает Кузнецко-Алатауская провинция. В нее входят Верхнекийский низкогорный и Верхнеурюпский предгорно-возвышенный округа. Верхнекийский округ состоит из системы низко- и среднегорных массивов, расчлененных долинами рек; сложен кварцитами, известняками, сланцами, туфами протерозоя и нижнего палеозоя; имеет абсолютные высоты 1200...1400 метров. Его ландшафтно-геохимические характеристики следующие: преобладают геосистемы кислого и кислотно-глеевого классов водной миграции; геохимический барьер биогенный и восстановительно-глеевый; интенсивность водной миграции высокая; контрастность автономных и подчиненных топогеосистем высокая; устойчивость к воздействию антропогенных факторов слабая.

Верхнеурюпский предгорно-возвышенный округ представляет сильно расчлененные северо-восточные предгорья Кузнецкого Алатау, сложен нижнепалеозойскими известняками, кварцитами кремнистыми и глинистыми сланцами и изверженными породами. Абсолютные высоты колеблются от 250 до 600 метров. Преобладают геосистемы кислого, кислотно-глеевого классов водной миграции, однако часто встречаются геосистемы кальциевого класса водной миграции с карбонатным геохимическим барьером. Геохимический барьер биогенный и восстановительно-глеевый. Интенсивность водной миграции высокая, контрастность автономных и подчиненных топогеосистем высокая, устойчивость к воздействию антропогенных факторов слабая. Таким образом, горные и предгорные участки благоприятно воздействуют на аккумуляцию подземных вод и питание верховьев рек рассматриваемой территории.

В Назаровский предгорно-котловинный округ входят Назаровская и Березовская равнинные лесостепные топогеохоры. Первичные отложения в Назаровской котловине представлены песчано-глинистыми породами юрского и мелового периодов: песчаниками, алевролитами, аргиллитами с пластами углей, перекрытыми алювиально-делювиальными суглинками, глинами, супесями и песками. Рельеф котловины слабоволнистый, к юго-западу холмистый, мелкосопочный, на востоке – холмисто-грядовый. Преобладают геосистемы кислого, кислотно-глеевого классов водной миграции, однако часто встречаются геосистемы кальциевого класса водной миграции с карбонатным геохимическим барьером. Геохимический барьер биогенный и восстановительно-глеевый. Интенсивность водной миграции высокая, контрастность автономных и подчиненных топогеосистем высокая, устойчивость к воздействию антропогенных факторов слабая.

В Березовской топогеохоре преобладают геосистемы кальциевого – во впадине и кислого глеевого – в горном обрамлении классов водной миграции. Основные ландшафтно-геохимические барьеры – биогенный и карбонатный, со средней интенсивностью водной миграции. Контрастность автономных и подчиненных геосистем высокая, устойчивость к техногенному воздействию средняя [4].

К югу от Назаровского расположен Чульмо-Енисейский котловинный округ. В этой местности преобладают геосистемы кальциевого класса водной миграции. Основные ландшафтно-геохимические барьеры здесь: гумусовый, адсорбционный и карбонатный, интенсивность водной миграции низкая. Контрастность автономных и подчиненных топогеосистем низкая, устойчивость к воздействию антропогенного фактора высокая. Кроме того, в округе часто встречаются геосистемы натриевого и натриево-кальциевого классов водной миграции, где преобладают испарительный и щелочной геохимический барьеры [2].

В Назаровской котловине проводились наблюдения за динамикой ландшафтно-геохимических показателей в геосистемах, находящихся в условно-естественном и антропогенно-измененном состояниях, характерных как для Назаровской равнинной топогеохоры, так и для низкогорного и горного обрамления котловины [3]. В рассматриваемом районе изучалось распределение микроэлементов: никеля, хрома, титана, ванадия, кобальта, стронция, меди, бария и марганца, которое имеет местную и региональную особенности. В пределах Назаровской котловины отмечается повышенное содержание кобальта, меди, бария,

титана, марганца и пониженное содержание хрома и стронция. Фоновые концентрации микроэлементов объясняются геохимической контрастностью геосистем впадин и горных районов.

Предгорья Кузнецкого Алатау и Солгонского кряжа характеризуются высокими коэффициентами местной аккумуляции и выноса для никеля, титана, хрома и ванадия; для низкогорного хребта Арга по этим микроэлементам характерны пониженные значения; для почв низкогорной части Кузнецкого Алатау характерно пониженное относительно местного кларка содержание этих микроэлементов.

Таким образом, рассматриваемый район отличается большим разнообразием природных условий, контрастностью и дифференциацией геосистем. Это сказывается на способности природных образований сохранять свои параметры в условиях техногенного загрязнения, восстанавливать свои функции. Устойчивость геосистем определяется их способностью к самоочищению, которая зависит от скорости и емкости биологического круговорота, наличия ландшафтно-геохимических барьеров.

Широтно-зональные и высотно-поясные различия, отражаемые в почвенно-растительном покрове территории, обусловлены климатом. На формирование местного климата главное влияние оказывают внутриконтинентальное положение бассейна и сложность рельефа. В связи с этим климат территории резко континентальный, в течение года преобладает антициклоническая погода, обуславливающая низкие температуры воздуха зимой и жаркое лето с осадками ливневого характера (табл.).

### Термические ресурсы Шарыповской котловины

Средняя температура, °C		Абсолютная температура, °C		$\Sigma t >0^{\circ}\text{C}$	Дни с $t >0^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t >5^{\circ}\text{C}$	Дни с $t >5^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t >10^{\circ}\text{C}$	Дни с $t >10^{\circ}\text{C}$
янв.	июль	янв.	июль						
-16,6	17,8	-52,0	38,0	2093	186	2008	154	1684	112

Из таблицы видно, что тепловые ресурсы котловины по сравнению с аналогичными лесостепными районами края менее значительны. Так, в Красноярской лесостепи сумма температур за период с температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$  составляет от 1800 до 2000.

Две трети годового количества осадков выпадают в теплый период, что отрицательно отражается на питании рек в зимнюю межень. В зимний период при весьма низких отрицательных температурах воздуха и большой продолжительности времени, в течение которого они наблюдаются, происходит значительное промерзание почвы, при этом имеют место

большие потери воды на ледообразование, особенно в малоснежные зимы.

Таким образом, анализ данных позволяет сделать заключение о том, что местный резко континентальный климат является существенным ограничителем формирования водных ресурсов рек рассматриваемой территории. В связи со сравнительно небольшим количеством осадков величины стока здесь весьма небольшие – значительно меньше тех значений, которые имеют реки на аналогичных высотных уровнях северного склона Западного Саяна.

### Литература

- Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова.— Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 392 с.

2. Сытко В.А. Семенов Ю.А., Давыдова Н.Д. Ландшафтно-геохимическая оценка территории первоочередного формирования КАТЭКа // Региональные ландшафтно-геохимические исследования. – Иркутск: Изд-во СО АН СССР. – 1986. – С. 3-54.
3. Сытко В.А. Ландшафтно-геохимическое районирование и прогноз изменения геосистем // География и природные ресурсы. – 1984. – № 3. – С. 18-28.
4. Исаченко А.Г. Методы прикладных исследований. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
5. Бондарев А.А., Шульга И.Ю. Гидрохимия водных объектов западной части района КАТЭКа. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 46 с.
6. Корытный Л.М. Водно-балансовая характеристика Назаровской котловины // Природные и экономические факторы формирования КАТЭКа. – Иркутск: Изд-во СО АН СССР, 1980. – С. 62-71.



УДК 579.68

*Е.Я. Мучкина, В.Б. Новикова*

### БАКТЕРИОПЛАНКТОН МАЛОГО РЕКРЕАЦИОННОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ПРУДА БУГАЧ) В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

Среди пригородных рекреационных водоемов важную роль играют пруды – искусственные водоемы в естественных или искусственных углублениях, образовавшиеся в результате запруды на реках и имеющие специфические условия обитания гидробионтов. Пруды как неглубокие континентальные водоемы часто подвержены «цветению» цианобактерий, что снижает качество воды и определяет актуальность их исследования с целью оценки состояния экосистемы и разработки рекомендаций по регулированию качества воды [2].

Важнейшим компонентом трофических цепей водных экосистем являются бактерии, осуществляющие минерализацию взвешенного и растворенного органического вещества, быстро наращивающие свою биомассу, потребляемую водными организмами различных систематических групп [12; 13; 16; 14; 17]. Целью настоящей работы явилось изучение уровня развития бактериопланктона малого водохранилища – пруда Бугач в многолетнем ряду наблюдений (1997-2001 гг.) и оценка трофического статуса водоема и качества воды.

**Объекты и методы исследования.** В комплексе совместных с лабораторией экспериментальной гидроэкологии ИБ СО РАН гидробиологических работ в течение вегетационного периода 1997-2001 гг. проведены исследования бактериопланктона данного водоема, расположенного в окрестностях города Красноярска. Источником питания пруда являются реки Бугач, Пятково и Каракуша. Бугач – это неглубокий, мелководный евтрофный водоем, расположенный в зоне островной лесостепи, частично занятой пастбищами и полями. В западной части ландшафта наблюдается заболачивание и формируются типичные гигрофитные ассоциации (горец земноводный, рдест курчавый и гребенчатый, рогоз широколистный, хвощ топяной, элодея, ряска). В южной части изучаемой территории расположена рекреационная зона, имеется комплекс отдыха – пляж, лодочная станция.

Летом в связи с недоступностью для большей части населения Красноярска традиционных удаленных мест летнего отдыха пруд Бугач интенсивно используется для купания, рыболовства и рыболовных мероприятий. Площадь водосбора пруда составляет 116, а площадь поверхности – 0,32 квадратных километра, глубина – до шести метров. Ежегодно в пруду наблюдается продолжительное интенсивное «цветение» цианобактерий, вода характеризуется высокими значениями pH (среднее – 8,6) [1].

Концентрации в воде K, Na, Ca и Mg и некоторых тяжелых металлов (Zn, Pb, Ni, Cu) были невысокими, не превышали предельно допустимых для рыбохозяйственных водоемов, а концентрации Al, Cr, Fe и Mn превышали предельно допустимые [3; 15].

Интегральные пробы воды отбирали батометром типа Дьяченко-Кожевникова в центре водоема с горизонтов 0-2 метра еженедельно с середины мая по сентябрь. Пробы бактериопланктона (в объеме 1 мл) фильтровали через капроновые микропористые фильтры ("Хими菲尔", Эстония) с диаметром пор 0,2 мкм. Бактерии на фильтрах окрашивали флуоресцином и считали под люминесцентным микроскопом [9]. Температуру измеряли с помощью датчика "MERA-ELWRO" (Польша), значения pH – pHметром "pHep 2" (США).

**Результаты и их обсуждение.** Изменения температуры, прозрачности и pH пруда Бугач в исследуемый период представлены в таблице 1. В течение вегетационного сезона глубина на станции составляла 4 - 5 метров, прозрачность воды по диску Секки – 0,25 - 2,75 метра, температура поверхностных слоев воды в среднем за сезон составляла 16,9 - 19,7°C при максимальных значениях 21,5 - 24,9°C, вертикальная стратификация температуры отсутствовала. Значения pH щелочные – 7,9 - 10,1. Содержание растворенного в воде кислорода составляет 3,8 - 17,0 мг/л у поверхности, 1,3 - 15,8 мг/л – у дна.