

# Раздел 4

## ЭКОЛОГИЯ

Ведущие эксперты раздела:

ДМИТРИЙ МИХАЙЛОВИЧ БЕЗМАТЕРНЫХ – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Учреждения Российской академии наук Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, ответственный за электронную версию журнала и работу с Российским индексом научного цитирования – <http://elibrary.ru/> (г. Барнаул)

АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ ШИТОВ – кандидат геолого-минералогических наук, доцент Горно-Алтайского государственного университета (г. Горно-Алтайск)

УДК 675.024: 577.4

**З.Е. Бимурзаева**, канд. техн. наук, доц. ТарГУ, г. Тараз, Казахстан, E-mail: Sur\_A@mail.ru; **Ю.И. Винокуров**, д-р. географ. наук, проф., директор ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: iwep@iwep.asu.ru; **М. Сахы**, д-р. техн. наук, проф., директор института «Техники и информационных технологий» ТарГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз, E-mail: Sur\_A@mail.ru

### ИЗУЧЕНИЕ ДУБЯЩИХ СВОЙСТВ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗВРЕДНЫХ АЛЮМОХРОМЦИРКОНИЕВЫХ ГЕТЕРОПОЛИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Исследованы дубящие свойства аллюмохромциркониевых комплексов. Установлено, что они обладают высокой дубящей способностью.

**Ключевые слова:** аллюмохромциркониевые комплексы, экология, кожевенное производство, технологии дубления кож.

Условия формирования рыночных отношений и обострившаяся экологическая ситуация предъявили к кожевенным предприятиям ряд требований: повышение конкурентоспособности за счет улучшения качества выпускаемой продукции и расширения ее ассортимента и одновременное обеспечение принципа малоотходных производств с использованием химических материалов, являющихся экологически безвредными [1].

Наибольшее применение в процессе дубления при производстве кожи нашли соединения трехвалентного хрома, которым наряду со многими положительными качествами присущ и ряд отрицательных. Так, хромовые дубящие соединения, обладая токсичными свойствами, оказывают пагубное влияние на кожу и слизистые оболочки людей, занятых на производстве, в результате чего среди работников кожевенной промышленности наблюдается повышенная заболеваемость раком дыхательных путей. Слив отработанных растворов после хромового дубления ведет к сильному загрязнению природных водоемов, подземных вод и почвы (превышение до 5 ПДК по  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), делая их непригодными для использования в нуждах сельского и коммунального хозяйств [2].

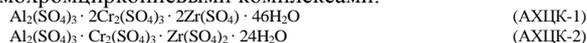
Одним из источников загрязнения природных водоемов соединениями хрома (III) являются сточные воды предприятий легкой промышленности (кожевенных и меховых производств), содержащие до 10 г/дм<sup>3</sup> хрома в пересчете на  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Основной объем соединений хрома поступает в сточные воды с отработанными растворами после процесса дубления, в котором он имеет в настоящее время важнейшее значение [3]. Совершенствование технологий хромового дубления наряду с целью обеспечения максимальной экологической чистоты процесса традиционно должно быть направлено на улучшения качество и снижение себестоимости готовой продукции [4].

Все хроматы и бихроматы токсичны для человека и животных [5]. За счет поступления в организм их больших количеств в течение короткого времени может развиваться острое отравление, а при хроническом воздействии малых доз в течение продолжительного времени симптомы могут проявиться через несколько десятилетий [6]. Так, хромовые ки-

слоты, хроматы и бихроматы раздражают и жгут слизистые оболочки и кожу, вызывая изъязвления. Вдыхание аэрозолей этих соединений приводит к прободению хрящевой части носовой перегородки [7]. Конечным действием хромовых соединений является возникновение бронхиального рака [8].

Наиболее рациональным технологическим решением, позволяющим наряду с улучшением качества полуфабриката и готовой кожи снизить остроту экологической ситуации в кожевенном производстве, является использование в качестве дубителей гетерополиядерных комплексов, в состав которых помимо хрома (III) входят алюминий, титан (IV), цирконий (IV) и железо (III) [9-10]. При исследовании методами классической химии были выделены в твердом виде и идентифицированы гетерополиядерные аллюмохромциркониевые комплексы. Изучены закономерности их образования, состав, некоторые физико-химические свойства и строение.

Изучение поведения этих комплексов минеральных дубителей в процессе дубления и свойств выдубленного ими полуфабриката готовой кожи показали, что в комплексных минеральных дубителях (КМД) в той или иной степени сохраняются положительные качества, подавляются отрицательные свойства его исходных компонентов. Нами изучены дубящие способности, а так же свойства кож, выдубленных аллюмохромциркониевыми комплексами:



Объективность оценки кожевенно-технологических свойств гетерополиядерных комплексов обеспечивалось постановкой адекватных экспериментов с применением для дубления сравнимых образцов голя, классического хромового дубителя и ранее изученных двухкомпонентных гетерополиядерных дубителей на основе соединений алюминия, хрома (III), циркония и железа (III).

В лабораторных условиях для проведения эксперимента по изучению дубящей способности аллюмохромциркониевого комплекса, образцы голя из шкур крупно рогатого скота (яловка средняя) отобранные по методу асимметрической бахромы [11] делили на пять партий. Выбор голя из шкурки яловы был сделан с учетом особенностей строения данного вида кожевенного сырья (отличается рыхлостью и неравномерностью строения по топографическим участкам) и ожи-

даемой высокой наполняющей способностью гетерополиядерных комплексов.

После определения веса голя в каждой партии с нивелировкой до 100 г проведено клеймение соответствующим номером. Для обеспечения одинаковых условий подготовки к процессу дубления все пять партий подвергались к процессу обеззоливания и мягчения в одной емкости аппарата для взбалтывания. Промывку голя проводили при ж.к.=2 и температуре ванны (начальная) 25°C, а к концу промывки довели до 36°C. Продолжительность промывки 60 минут. Обеззоливание проводили при ж.к.=1,5 и температуре заливаемой воды 38°C. Расход сульфат аммония составил 3,0 %. Продолжительность процесса 60 минут. Мягчение проводили в той же ванне протосубтилином Г-3Х (0,2 %). Продолжительность процесса 90 минут.

По окончании процесса мягчения, который определяли органолептическим методом, голю промывали при ж.к.=2,0 и температуре воды в начальный период 30°C со снижением к концу процесса до 20°C. В конце промывки содержание щелочи в промывной воде составило 0,016 г/л в пересчете на гидроксид натрия. Промытое голю делили на пять партий согласно клейменного номера и дальнейшую обработку каждой партий проводили в отдельной емкости аппарата для взбалтывания. Процесс спикелования как завершающую подготовку голя к дублению проводили по одинаковой методике (при ж.к.=0,7, расходе хлорида натрия 6 %, серной кислоты – 1,2 %). Продолжительность процесса 7 часов.

Дубление как опытных так и контрольных партий образцов голя проводили при ж.к.=0,7 и температуре ванны 22°C, с расходом дубителей 2,5 %. Расход вещества определяли в пересчете на оксид металла или на сумму оксидов металлов в случае гетерополиядерных комплексов, что позволяет оценить дубящую способность каждого комплекса в сравнении как с классическим хромовым дубителем, так и ранее полученными и изученными КМД.

Первую контрольную партию образцов голя дубили хромовым дубителем состава  $3\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4 \cdot \text{Zr}(\text{OH})_2\text{SO}_4 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , третью, а также контрольную – комплексным хромоциркониевым дубителем состава  $2\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4 \cdot \text{Zr}(\text{OH})_2\text{SO}_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ , четвертую и пятую опытные партии – гетерополиядерными алюмохромциркониевыми комплексами:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$  (АХЦК-1) и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{Zr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  (АХЦК-2). Продолжительность процесса 8 часов.

В процессе дубления через каждые 2 часа фиксировали температуру сваривания полуфабриката, определяя его на приборе конструкции Федорова, при соблюдении скорости нагревания жидкости, согласно ВЭМ, т.е. не более 5°C в одну минуту. Через 4 часа от начала процесса дубления проверяли срез толстого участка полуфабриката на «прокрас». Убедившись в полноте «прокраса», в дубильный раствор добавляли карбонат натрия в несколько приёмов через каждые 20 минут до достижения рН кожи 3,6÷3,8. Расход карбоната натрия составил 0,3÷0,4% от веса голя. Через 8 часов от начала дубления по достижении необходимого рН полуфабриката определяли температуру сваривания полуфабрикатов всех партий данной серии экспериментов. Полученные данные по кинетике дубления представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что кожи, выдубленные комплексным алюмоциркониевым дубителем (АЦД) имеют самую низкую температуру сваривания (93°C – среднее значение из трех образцов). При дублении хромоциркониевым дубителем (ХЦД) температура сваривания кож, имеют более высокую температуру сваривания (106°C). Кожки, выдубленные хромовым дубителем, имеют самую высокую температуру сваривания (в среднем 112°C). Температуры сваривания кож, опытных образцов соответственно составили АХЦК-2 – 98°C и АХЦК-1 – 103°C.

Соединения хрома по дубящей способности намного превосходят сульфатоцирконат натрия и тем более сульфат

алюминия. Также известно, что дубящая способность комплексных минеральных дубителей любого состава из этих элементов всегда превышает таковой показатель сульфата алюминия и в зависимости от соотношения, т.е. если превалирует доля хромовых соединений, то превышает и показатель дубящей способности соединения циркония. Аналогичный анализ с учетом вкладов исходных компонентов позволяет по полученным данным, сделать заключение, что степень гетерополиядерного комплексообразования вносит существенный вклад в повышение дубящей способности полученных комплексов, что достаточно наглядно видно по величине температур сваривания кож выдубленных гетерополиядерными комплексами АХЦК-1 и АХЦК-2.

Поглощение АЦД и ХЦД из раствора идет несколько медленнее, чем из раствора АХЦК-1 и АХЦК-2. Причина этого, очевидно, заключается в меньшей полуфункциональности двухкомпонентных комплексных дубителей, как АЦД и ХЦД. В ходе поглощения из раствора алюмохромциркониевых комплексов «алюминий-хром-цирконий» остается стабильным, и это указывает на то, что гетерополиядерные алюмохромциркониевые комплексы в ходе дубления не разрушаются.

Значение рН раствора повышается постепенно и в конце дубления достигает в от 3,8 (АХЦК-1) до 3,6 (АХЦК-2). Ввиду достаточной устойчивости комплексов образование осадков не происходит. Постепенное повышение рН раствора указывает на то, что в ходе дубления не происходит гидролиза, характерного для сульфата циркония.

Таким образом, сравнительное изучение дубящего действия алюмохромциркониевых комплексов полностью подтвердило, что они обладают высокой дубящей способностью.

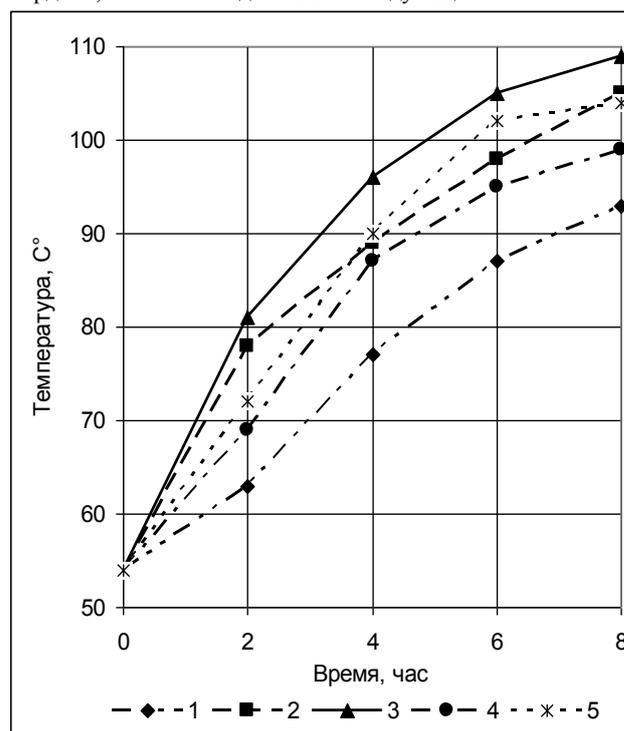


Рис. Изменения температуры сваривания образцов полуфабриката от продолжительности дубления: ось ординат – температура (°C), ось абсцисс – время (час); обозначения кривых: дубление АЦД (1), ХЦД (2), хромовый дубитель (3), АХЦК-2 (4), АХЦК-1 (5).

#### Библиографический список

1. Мадиев, У.К. Минеральное дубление в производстве кож. – М.: Легпромиздат, 1987.

2. Rutland, F.H. Environmental compatibility of chromium-containing tannery and other leather product wastes at land disposal sites // JALCA. – 1991. – V. 86. – № 10.
  3. Голубева, С.К. Синтетические дубители в производстве различных видов кож: обзор, информ. – М.: ЦНИИТЕЭИИлепром, 1983.
  4. Экнер, Р. Ускоренный метод дубления, его развитие и применение // Kozetarstvi. – 1980. – №3.
  5. Хомченко, Г.П. Неорганическая химия / Г.П. Хомченко, И.К. Цитович. – М.: Высшая школа, 1987.
  6. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты. (Под ред. Исаева Л.К.). – М., 1997. – Т. 1.
  7. Вредные вещества в промышленности. Ч.2. Неорганические элементоорганические соединения. – Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1954.
  8. Экология и безопасность / под ред. Н.Г. Рыбальского. – М.: ВНИИПИ, 1993. - Т. 2. - Ч. 1.
  9. Ставцев, Г.А. Дубление с использованием соединений железа: дис. канд. техн. наук. – Москва, 1989.
  10. Трошина, М.А. Синтез и исследование трехкомпонентных титаносодержащих комплексных соединений и изучение их дубящих свойств: дис. канд. техн. наук. – Тараз, 2001.
  11. Головтеева, А.А. Лабораторный практикум по технологии кожи и меха / А.А. Головтеева, Д.А. Куциди, Л.Б. Санкин – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
- Статья поступила в редакцию 10.03.10*

УДК 577.4:631.95

*А.С. Сейтказиев, д-р. техн. наук., проф. ТарГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан, E-mail: allaura@mail.ru; Ю.И. Винокуров, д-р. географ. наук, проф., директор ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: iwep@iwep.asu.ru; А.И. Мусаев, канд. сельхоз. наук, доц. ТарГУ, г. Тараз, Казахстан; К.У. Айтекова, соискатель ТарГУ, г. Тараз, E-mail: allaura@mail.ru*

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Рассмотрены разные варианты использования водных ресурсов Республики Казахстан при разной минерализации воды. Определены параметры и установлены технологии использования коллекторно-дренажных вод для полива разных древесных насаждений и сенокосных угодий.

*Ключевые слова:* экология, засоленные почвы, мелиорация, технологии использования коллекторно-дренажных вод.

В настоящее время установлена география распространения засоленных почв, изучены составы солей в зависимости от факторов почвообразования, геохимических и гидрологических условий, технологии режимов орошения. Разработаны ресурсосберегающие направления мелиорации засоленных почв: промывки, дренаж, глубокое рыхление, влияние сорбентов, химической и фитомелиорации земель. На современном этапе актуальность приобретают более экономичные технологии управления массопереносом, воды и солей на орошаемых почвах при мелиоративных и экскалутационных режимах. Для решения этой проблемы целесообразна разработка комплекса физико-математических задач, которые дадут описание законов их движения и распределения в корнеобитаемом слое почвогрунтов, количественную оценку содержания солей в почве.

Водные мелиорации включают в производственный процесс такие важнейшие компоненты экосистемы, как почва, вода и растения, тесно связанные с потоками воды, энергии и веществ. Деградация почв, разрушение природных ландшафтов, снижение продуктивности мелиорируемых земель, истощение и загрязнение водных экосистем выдвигают экологические аспекты развития водных мелиораций в ряд приоритетных.

На орошаемых землях источником загрязнения зачастую является вода, используемая для поливов из загрязненных водных объектов. В этой связи при развитии земледелия, необходимо форматировать экологически обоснованную стратегию осуществления комплексных мелиораций, состоящих из следующих основных принципов:

- оптимизация влагообеспечения сельскохозяйственных культур при максимальном использовании естественных влагозапасов и минимальных затратах оросительной воды;
- сохранение и воспроизводство плодородия почв;
- предотвращение и устранение существующего загрязнения поверхностных и подземных вод отходами производства;
- рациональное научно-обоснованное использование воды для мелиорации;
- обоснование новых технологий безотходных и малоотходных производств, предупреждающих нарушение экологического равновесия в природе.

Изучение почвенных процессов позволяет получить более полное представление о свойствах самой почвы. С одной стороны, ее свойства определяют собой почвенный процесс, с другой – почвенные процессы образуют новые свойства почвы.

Деятельность человека оказывает на окружающую среду мощное техногенное воздействие, в частности, происходит загрязнение почвы и воды отходами производств и жизнедеятельности, где значительную долю занимают органические загрязнители. В результате этого подавляется естественная биота, меняются соотношения между отдельными группами микроорганизмов и в целом изменяется направление метаболизма, нарушаются естественные процессы самоочищения, ухудшаются условия жизнеобитания людей.

Загрязнение почв и виде засоления происходит в основном вследствие антропогенной деятельности человека при неправильном ведении работ по улушению земель, агротехнических и мелиоративных мероприятий. Это происходит в результате игнорирования выполнения взаимосвязанных процессов, регулирующих природное равновесие, эволюцию почв, а также гидрогеологических, гидрохимических и геохимических взаимодействий при проведении эколого-мелиоративных работ. На основе данных по почвенно-экологическим условиям сероземно-луговых и темнокаштановых карбонатных почв, возникает необходимость регулирования водного режима корнеобитаемого слоя как главного фактора влаго- и солепереноса зоны аэрации почвогрунтов.

Для установления гидрохимических параметров и показателей регулирования водно-солевого, теплового и пищевого режимов почв были проведены специальные исследования на опытных участках [1-2] по определению величин промывных норм, показателей солеотдачи для 5-ти групп почв в Тасоткельском и Тентекском массивах орошения по механическому составу и фильтрационным способностям [2].

Установление способности почв удерживать доступную растениям воду зависит от определенных ее свойств. Любое дополнительное количества воды в виде осадков или орошение, подъема уровня грунтовых вод (УГВ),

превышающее величину наименьшей влагоемкости (НВ), является избыточным и может нарушить гидрологический баланс почв. В зависимости от водопроницаемости почв это может трансформироваться в заболачивание местности, отразиться на природном ландшафте, окружающей среде, на эколого-экономической деятельности, а также на плодородии

почв, то есть стать фактором загрязнения. Учитывая вышеизложенные почвенно-экологические факторы геосистем, установлены коэффициенты экологического состояния среды, характеризующие уровень загрязнения при различной степени засоленности почвогрунтов (табл. 1).

Таблица 1

Экологические коэффициенты, характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвогрунта

Показатели	Степень засоленности почвогрунта		
	Слабая	Средняя	Сильная
Площадь ( $\omega$ ), га	500	500	500
Порозность, в долях	0,48	0,46	0,44
Начальная минерализация, г/л	2,5	3,0	4
Вытеснено солей ( $\Delta S$ ) т/га,	40	61	175
Уровень грунтовых вод (УГВ), м	3	3	3
Объем воды до УГВ ( $W_{УГВ}$ ), м <sup>3</sup> /га	14400	13800	13200
Промывная норма нетто ( $N_{нт}$ ), м <sup>3</sup> /га	5000	6000	9000
Промывная норма брутто ( $N_{бр}$ ), м <sup>3</sup> /га	6000	7500	11200
Запас солей в ГВ ( $S_{ГВ}$ ), кг/га	36000	41400	52800
Допустимая минерализация в почвенном растворе ( $C_M = \Delta S + S_{ГВ} / W_{УГВ} + N_{бр}$ ) г/л	3,73	4,81	9,34
Приток воды из каналов (Q), м <sup>3</sup> /сут	0,4	0,4	0,4
Продолжительность промывки ( $t = N_{нт} * \omega_{нт} / 86400 * \eta * Q$ ), сут.	85	102	153
Доля объема транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки ( $V_t = N_{нт} * \omega_{нт} / 86400 * Q * t$ )	0,85	0,85	0,85
Осадки промывного периода (P), м <sup>3</sup> /га	250	300	400
Насыщение влагой расчетного слоя ( $W_n$ ), м <sup>3</sup> /га	3400	3450	3500
Испарение в процессе промывки ( $E_o$ ), м <sup>3</sup> /га	1000	1500	2200
Доля объема промывных вод поступающих из (КДС: $q_k = (N_{нт} + P - W_n - E_o) / N_{бр}$ )	0,142	0,18	0,33
Химизм засоления (хлоридносульфатный: х-с)	х-с	х-с	х-с
Экологический коэффициент $\Xi = 1 - \exp(-C_M * V_t * q_k)$	0,36	0,52	0,93
Уровень опасности	Мало	Умеренно	Очень

Общий объем водозабора по Кызылординской области в 2007 г. составил около 3,9 км<sup>3</sup> воды в год, в т.ч. на регулярное орошение – 3,18 км<sup>3</sup>. Объем сбросных вод в Кызылкумский канал составляет в среднем около 11 % (1,33 км<sup>3</sup> воды в год). Объем сбросных вод на других участках в бассейне Сырдарьи составляет около 31 % (0,41 км<sup>3</sup>) при заборе воды 0,28 км<sup>3</sup>. В целом общий объем забора воды из реки Сырдарья на территории Казахстана – 4,79 км<sup>3</sup>. Общее количество отводимых сточных вод в бассейне р.Сырдарья составляет 360 млн.м<sup>3</sup> в год, из них в понижения местности отводятся 290 млн.м<sup>3</sup>, а в водные объекты – 70 млн.м<sup>3</sup> воды в год.

Природоохранные мероприятия сбросов коллекторно-дренажных вод в водные объекты. По Кызылординской области в водные объекты сбрасываются 18,5 % коллекторно-дренажных вод, а остальные объемы воды (81,5 %) отводятся в понижения местности. И в этом случае продолжает загрязняться окружающая среда. Предотвращение загрязнения водных источников можно осуществить следующими мерами: очистка коллекторно-дренажных вод и использование их на полив сельскохозяйственных земель, а также использование коллекторно-дренажных вод на полив древесных насаждений.

Более рациональными является второе направление. Так как практически не требует особого капиталовложения.

Если не считать приобретение древесных культур. Размеры возможного орошения земель на базе коллекторно-дренажных вод определяется по зависимостям:

$$\omega = \frac{Q_{к.д} \cdot \eta}{q}, \quad (1)$$

$$\omega = \frac{W_{к.д} \cdot \eta}{M_n}, \quad (2)$$

где  $\omega$  – орошаемая площадь, га;  $Q_{к.д}$ ,  $W_{к.д}$  – расход воды коллекторно-дренажной сети, м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>;  $M_n$  – оросительная норма нетто поливного гектара с древесной растительностью, м<sup>3</sup>/га;  $q$  – ордината графика гидромодуля поливного гектара, л/(с га);  $\eta$  – коэффициент полезного действия оросительной сети.

В Тогузенском массиве орошения объем водозабора из реки Сырдарья составляет 0,72 км<sup>3</sup> воды, а объем воды из коллекторно-дренажной сети – 0,08 км<sup>3</sup> (около 11 % от объема водозабора). Распределение объемов воды коллекторно-дренажной сети по времени, как и распределение водопотребления орошаемого массива представлено в таблице 2.

Таблица 2

Объем коллекторно-дренажных вод орошаемого массива

Показатели	Месяцы						Сумма
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Распределение водопотребления, %	4	12	20	32	22	10	100
Объемы коллекторно-дренажных вод, млн.м <sup>3</sup>	3	10	16	25	18	8	80

Оросительная норма нетто составляет 12 тыс.м<sup>3</sup>/га при коэффициенте полезного действия оросительной системы – 0,75. Тогда орошаемая площадь:

$$\omega = \frac{80 \cdot 10^6 \cdot 0,75}{12 \cdot 10^3} = 5,0 \cdot 10^3, \text{ га} \quad (3)$$

Из орошаемого массива 33800 га, надо отторгнуть 5 тыс. га. Их надо выделить для лесополос, при этом 20 % площадей должны занимать новые сорта тополей (быстро достигающий зрелого возраста). Отдельные площади надо выделить для лесополос засеянных карагачем (устойчивый к засухе) на тот

случай, когда объем коллекторно-дренажных вод не обеспечивает полив древесных культур. В общем случае надо определить оросительную способность водных ресурсов коллекторно-дренажной сети на каждый месяц (табл. 3).

Таблица 3

Размеры возможных орошаемых площадей на базе водных ресурсов коллекторно-дренажной сети Тогускенского массива орошения

Показатели	Месяцы					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ордината графика гидромодуля поливного гектара, л/(с га)	0,16	0,28	0,40	0,60	0,80	0,22
Расход воды в коллекторе, м <sup>3</sup> /га	1,14	3,80	6,08	9,50	6,84	3,04
Возможная орошаемая площадь, тыс.га	5,31	10,2	11,4	11,9	6,4	10,4

Площадь лесополос должна быть наибольшей (11,9 тыс.га), чтобы использовать все водные ресурсы коллекторно-дренажной сети. При этом необходимо засадить влаголюбивыми быстрорастущими сортами деревьев (тополь) площадь до 5,3 тыс.га, а оставшуюся отвести под засухоустойчивые сорта деревьев (карагач). Из 33,8 тыс.га выделить под тополиную рощу – 5,3 тыс.га, а остальную часть – из некачественных, непригодных земель вблизи орошаемого массива. Они поливаются в те периоды, когда остаются излишки воды после полива тополиной рощи. Водообеспеченность земель очень низкая, поэтому в основном полив ведется в V-IX месяцы.

Рекомендуется и другая технология использования воды коллекторно-дренажной сети. Из 5,3 тыс.га выделить 2 тыс.га под кормовые культуры, например, многолетние травы. Выделенный массив разделить на два самостоятельных участка по 1 тыс.га. А остальную часть засеять саженцами тополя.

Коллекторно-дренажные воды в пределах Кызылординской области можно использовать для полива лесополос площадью 54,6 тыс.га, включая влаголюбивые культуры (тополь) – 25,5 тыс.га и засухоустойчивые (карагач) – 29,1 тыс. га (табл. 4).

Таблица 4

Возможные орошаемые площади на базе коллекторно-дренажной вод орошаемых массивов в пределах Кызылординской области

Показатели	Месяцы						Расчетные параметры	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	влаголюбивые (тополь)	засухоустойчивые (карагач)
Коллекторно-дренажные воды, млн.м <sup>3</sup>	3,0	10,0	16,0	25,0	18,0	8,0	–	–
Расход воды в коллекторе, м <sup>3</sup> /с	1,14	3,8	6,1	9,5	6,8	3,0	–	–
Ординаты гидромодуля, л/(с га)	0,16	0,3	0,4	0,6	0,8	0,2	–	–
Возможная орошаемая площадь, тыс.га	5,4	10,2	11,2	11,9	6,4	10,4	5,3	6,6

#### Выводы:

1. Рассмотрены разные варианты водных ресурсов, которые должны были поступать на территорию Республики Казахстан при следующих минерализациях воды:

– полное удовлетворение требований окружающей среды («нулевой» вариант), при объеме притока 27,7 км<sup>3</sup> воды в год и минерализации 0,9 г/л;

– удовлетворение требований окружающей среды на 75 % (первый вариант) при объеме притока 27,7 км<sup>3</sup> воды в год и минерализации от 0,9 до 1,1 г/л;

– удовлетворение требований окружающей среды на 50 % (второй вариант) при объеме притока 16,5 км<sup>3</sup> воды в год и минерализации от 0,9 до 1,4 г/л;

– удовлетворение требований окружающей среды на 25 % (третий вариант) при объеме притока 11,2 км<sup>3</sup> воды в год и минерализации от 0,9 до 1,6 г/л;

– требования окружающей среды не удовлетворяется (четвертый вариант) при объеме притока 3,9 км<sup>3</sup> воды в год и минерализации от 0,9 до 1,8 г/л.

2. Улучшение качества воды в низовьях реки в целях предотвращения дальнейшего ее ухудшения предусмотрено использование сбросных вод коллекторно-дренажной сети орошаемых массивов по территории области для полива:

– влаголюбивых древесных насаждений (тополь) и засухоустойчивых (карагач);

– многолетних трав в сочетании с древесными насаждениями;

– сенокосных угодий;

– саксаульников, тополя, а также жантака.

3. Определены параметры и установлены технологии использования коллекторно-дренажных вод для полива разных сочетаний лесо-полос и сенокосных угодий.

#### Библиографический список

1. Руководство по гигиене атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1976.
2. Аверьянов, С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: 1978.
3. Панин, П.С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почв. – Новосибирск, 1968.
4. Хачатурьян, В.Х. Оценка экологической ситуации при обосновании проектов реконструкции // М и ВХ. – 1990. – №3.
5. Сейтказиев, А.С. Математический модуль промывки засоленных земель геозосистем (на казах. яз.) // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати. – 2006. – №3 (23).

Статья поступила в редакцию 10.03.10

УДК: 911.2

*Д.В. Черных, канд. географ. наук, доц., с.н.с. ИВЭП СО РАН, Барнаул, E-mail: cher@iwep.asu.ru***ЦИКЛЫ И СЕРИИ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

В конкретных географических условиях морфологическая структура функционирования и динамика ландшафтов подчиняются фоновым по отношению к самим ландшафтам параметрам, которые через пространственно-временное взаимодействие и ландшафтное соседство организуют циклы и серии развития геосистем. В пределах степной зоны юга Западной Сибири выделено 8 основных циклов.

*Ключевые слова:* цикл, серия, геосистема, степная зона.

Известно, что одним из важнейших критериев выделения растительных, почвенных и ландшафтных зон является характеристика собственно зональных (плакорных) местоположений. Среди неотъемлемых их свойств называются следующие: грунтовые воды здесь не принимают участия в питании растительности и в почвообразовательных процессах; отсутствует смывание и намывание почвенных частиц; грунт характеризуется суглинистым составом и средней влагоемкостью и др. С.В. Осипов [1], рассмотрев основные характеристики плакоров, приводимые различными авторами, констатирует, что, начиная с работ Г.Н. Высоцкого, достаточно четко прослеживается двойственность понятия «плакор». С одной стороны, это элемент рельефа, с другой – определенные условия, в которых формируются зональные растительность и почва.

Считается, что зональная растительность обычно преобладает над незональной [2–3]. В то же время анализ ландшафтной структуры степной зоны юга Западной Сибири показывает, что с данным высказыванием не всегда можно согласиться.

Степная зона в данной работе нами понимается достаточно широко. Она включает в себя степь и лесостепь Западно-Сибирской равнины, а также горные сооружения Русского Алтая, зонально расположенные в этой зоне.

На рассматриваемой территории площади геосистем, характеристики которых близки плакорным, уступают геосистемам с «неплакорными» свойствами. Так, большинство равнинных ландшафтов в той или иной степени несут черты современного или палеогидроморфизма [4]. В горах в пределах степного высотного пояса наряду с гидроморфным на свойствах степных геосистем сказывается влияние криоморфного, литоморфного, котловинного и экспозиционного факторов. Другими словами, в конкретных географических условиях морфологическая структура функционирования и динамика ландшафтов подчиняются фоновым по отношению к ним параметрам. Последние через пространственно-временное взаимодействие и ландшафтное соседство организуют циклы и серии развития геосистем [5–8], которые уверенно выявляются при ландшафтном картографировании. Таким образом, под циклом развития мы понимаем совокупность пространственно-временных смен состояний геосистем, протекающих на фоне гипертрофированного влияния одного или нескольких факторов. Под серией понимается вариант цикла, обусловленный спецификой местных географических условий. Циклы и серии развития геосистем в значительной степени predetermined генетически и, запечатлены в структурных элементах и свойствах компонентов геосистем.

В пределах степной зоны юга Западной Сибири выделено 8 основных циклов развития геосистем. Часть из них разбиваются на серии.

1). **Зонально-водораздельный цикл** отражает крупные объединения водораздельных местоположений зонального ряда. Для него характерно доминирование зональных черт со значительной долей участия плакорных и плакорообразных местоположений. К этому циклу мы относим и ландшафты пологих склонов увалов, так как в данных условиях процессы денудации не заглушают зональных черт.

2). **Древне-ложбинный псаммофитный цикл** объединяет ландшафты ложбин древнего стока, сложенные переведенными песками каскалинской свиты. На юге Западной Сибири он занимает существенное место в структуре ландшаф-

тов. Особенности литологии определяют расположение здесь сосновых боров. В рамках этого цикла проявляются зональные различия (главным образом, в смене типов леса и в видах-индикаторах зональности [9]).

3). **Гало-гидроморфный цикл** представляет собой совокупность стадий развития геосистем от аквальных до автоморфных. Объединение галоморфного и гидроморфного факторов обусловлено их тесной взаимосвязью в степных условиях. В частности, развитие засоления связано, главным образом, с процессом голоценовой деградации озер и изменением в результате антропогенной деятельности гидрологического режима рек и ручьев. Для данного цикла характерны три серии: а) *постозерная гидроморфно-солончаково-солонцовая*; б) *современно-долинная*; в) *современной органогенной аккумуляции*.

4). **Литоморфный цикл**. В горах подавляющее большинство ландшафтов испытывает влияние литоморфного фактора. Однако здесь на ландшафтные характеристики, как правило, оказывает гипертрофированное влияние какое-то дополнительное условие, которое и является организующим. Собственно же литоморфный фактор наиболее характерно представлен в предгорьях и реже в низкогорьях, где чередуются местности со значительной мощностью мелкоземистой толщи и литоморфные местности. Разделение цикла на серии весьма проблематично, ввиду того, что пестрота геологического строения обуславливает неодинаковый эффект влияния литоморфности. Тем не менее, можно выделить следующие серии: а) *литогенно-степовидную* (объединяет геосистемы с остепненными ценозами вне пределов степного высотного пояса, как правило, распространенные по карбонатным породам); б) *гранитоидную* (включает совокупность геосистем на гранитах и близких по составу породах в пределах горно-степного высотного пояса, с которыми связано проникновение лесных ценоэлементов).

5). **Экспозиционный цикл континентальных горных условий**. Широко распространен в горах Южной Сибири. В его пределах выделяются две серии: а) *лесостепная*, для которой характерно постоянное взаимопроникновение лесных видов в степные фитоценозы и наоборот, а также отсутствие или минимум таежных и пустынно-степных видов [10]; б) *перистепная*, распространенная в наиболее континентальных частях гор.

6). **Криоксероморфный цикл крайне континентальных высокогорных условий** представлен в тех частях гор, где из-за незначительного количества осадков лес как поясное явление выпадает, и степи непосредственно контактируют с высокогорными тундрами и лугами [11].

7). **Котловинный цикл** достаточно широко распространен в пределах возрожденных складчато-глыбовых гор. Замкнутые внутригорные котловины характеризуются более сухим и континентальным климатом и более аридным характером высотно-поясного спектра, чем окружающие горные хребты. Влияние котловинного эффекта тем интенсивнее, чем больше разность высот между дном котловины и окружающими гребнями гор. Цикл включает две серии: а) *дренированную* (представленную на денудационных останцах внутри котловин, пролювиальных, моренных и флювиогляциальных отложениях); б) *недренированную* (характерную для частей котловин озерно-аллювиального генезиса).

8). **Горно-долинный эрозионно-аккумулятивный цикл**

характерен для магистральных речных долин, пересекающих горно-степной и лесостепной высотные пояса. Так как по долинам осуществляется связь между разноудаленными территориями, то долинные ландшафты часто являются проводниками в пределы степей бореальных или наоборот аридных элементов.

Каждый из обозначенных циклов развития геосистем встречается в строго определенных условиях степной зоны Западной Сибири. С этой точки зрения были проанализированы авторские ландшафтные карты пяти ключевых участков, расположенных на юге Западно-Сибирской равнины и в пре-

делах Алтайской горной области: бассейна р. Алей, бассейна р. Барнаулка, Курьинского административного района Алтайского края, Онгудайского административного района Республики Алтай, Курайской внутригорной котловины и ее горного обрамления (рис. 1; табл. 1). Карты выполнены на единой методической основе, в масштабах 1: 100 000 и 1: 200 000. Основными картографируемыми единицами являются ландшафтные местности, рассматриваемые как наиболее крупные морфологические части ландшафтов, объединенные в биоклиматические и геолого-геоморфологические группы.

Таблица 1

Распространение циклов развития геосистем в пределах ключевых участков

Циклы	Бассейны				Районы				Курайская котловина	
	Барнаулки		Алея		Курьинский		Онгудайский			
	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%						
Зонально-водораздельный	2394,0	41,4	11293,7	58,6	1619,3	65,7	–	–	–	–
Древне-ложбинный псаммофитный	1893,6	32,7	371,1	1,9	–	–	–	–	–	–
Гало-гидроморфный	1499,5	25,9	5912,3	30,8	140,5	6,0	–	–	–	–
Литоморфный	–	–	931,8	4,8	244,7	9,9	–	–	–	–
Экспозиционный континентальных горных условий	–	–	12,9	0,1	33,2	1,3	1427,0	12,2	232,5	7,6
Криоксероморфный крайне континентальных высокогорных условий	–	–	–	–	–	–	–	–	487,9	15,9
Котловинный	–	–	–	–	–	–	–	–	724,9	23,5
Горно-долинный эрозионно-аккумулятивный	–	–	–	–	95,3	3,8	635,3	5,4	125,6	4,1

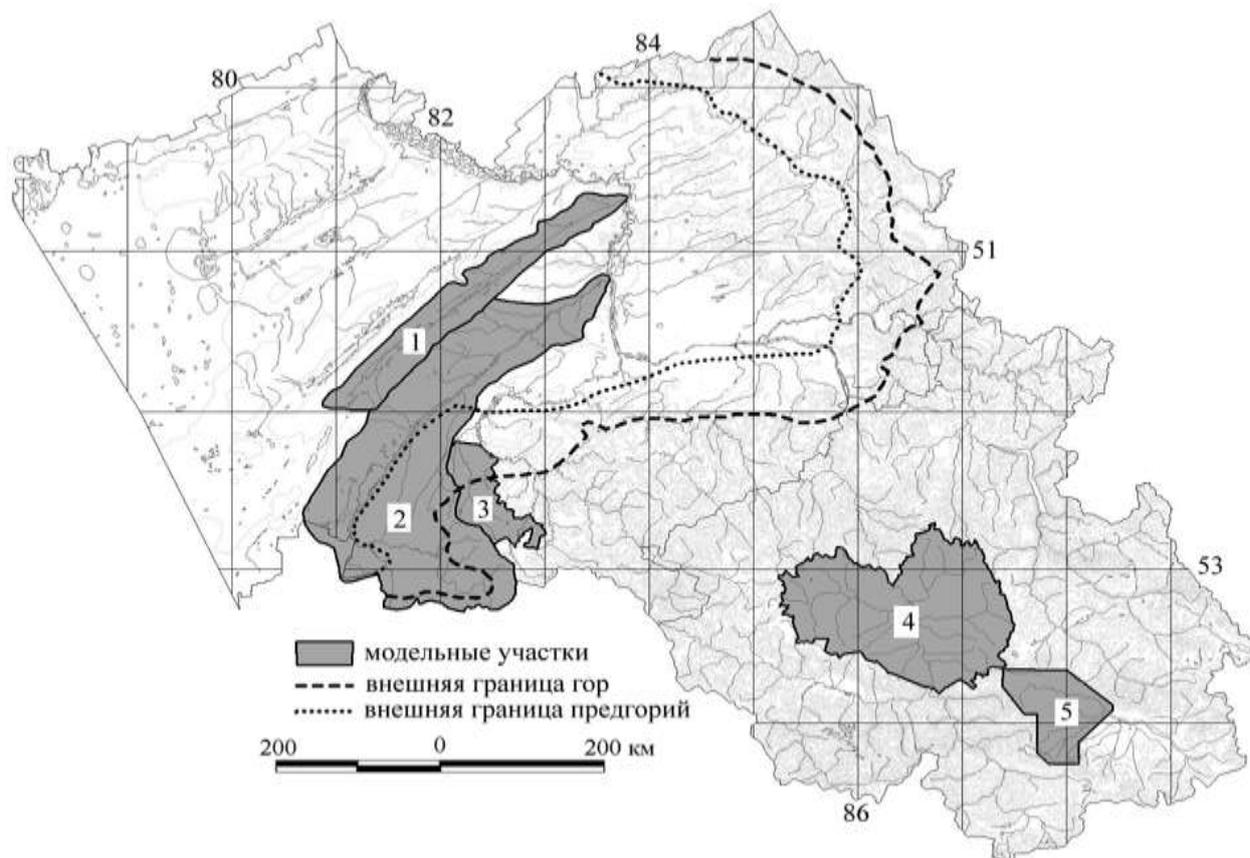


Рис. 1. Ключевые участки: 1 – бассейн р. Барнаулка; 2 – бассейн р. Алей; 3 – Курьинский район; 4 – Онгудайский район; 5 – Курайская котловина

Бассейн р. Барнаулка целиком расположен в равнинной части. В целом региональные природные условия его определяются неоднородностью геолого-геоморфологической основы в поперечном сечении и сменой зональных условий в продольном направлении. Ложбина древнего стока и разделяемые ею поверхности увалов являются основными структурными и базовыми ландшафтными подразделениями. Значительная протяженность бассейна в меридиональном направлении определяет его зональную неоднородность, которая связана с последовательным изменением климатических характеристик, главным образом, при движении от верховьев бассейна к низовьям. В пределах бассейна выделяются три цикла: зонально-водораздельный, древне-ложбинный псаммофитный и гало-гидроморфный. Все они в разной степени несут зональные черты и встречаются во всех структурно-функциональных группах ландшафтов долинно-речной и водораздельной подсистем бассейна. Однако каждый из них доминирует в соответствующей группе: зонально-водораздельный (на увалах), древне-ложбинный псаммофитный (в ложбине древнего стока), гало-гидроморфный (на низких террасах ложбины) [5].

Бассейн р. Алей расположен в пределах двух физико-географических стран – Западно-Сибирской равниной и Алтае-Саянской горной. Равнинная часть бассейна р. Алей пересекает четыре подзоны (в направлении от низовьев к верховьям): южную лесостепь, умеренно-засушливую степь, засушливую степь и сухую степь. Верховья бассейна располагаются в засушливостепных и умеренно-засушливостепных предгорьях, степных, лесостепных и черневых низкогорьях. Подзональное деление горно-степных и горно-лесостепных ландшафтов не проводилось вследствие того, что в горах изменение показателей соотношения тепла и влаги происходит настолько быстро, что подзональные различия перестают быть индикаторными на уровне местностей. В ландшафтной структуре бассейна нашли отражение четыре цикла развития геосистем: зонально-водораздельный, древне-ложбинный псаммофитный, гало-гидроморфный и литоморфный. При этом по сравнению с соседним бассейном Барнаулки в бассейне Алея существенно выше доля плакорных местностей, что обусловлено лучшими условиями дренажа. Зонально-водораздельный цикл занимает здесь около 50 % площади. Несмотря на то, что долина среднего и нижнего Алея приурочена к ложбине древнего стока, древне-ложбинный псаммофитный цикл имеет крайне ограниченное распространение. Это связано с размывом песчаных отложений древней ложбины. В предгорьях и низкогорьях значительные площади занимает литоморфный цикл. В его пределах наиболее специфичны геосистемы приречного мелкосопочника.

Важнейшей особенностью, определившей специфику ландшафтной структуры Курьинского района, является положение его на границе Западно-Сибирской равнины и гор Алтая. Это приводит к тому, что в ландшафтной структуре находят отражение широтная зональность, высотная поясность и барьерно-предгорная зональность. Среди местных факторов ландшафтной дифференциации основными на территории района являются гидроморфный, литоморфный и солярно-

экспозиционный. Увеличение абсолютных высот при движении с севера на юг приводит к тому, что все местности образуют несколько высотно-ярусных групп. Из-за хорошего дренажа и мощной толщи покровных суглинков на подгорных равнинах наиболее широко распространены геосистемы зонально-водораздельного цикла.

Онгудайский административный район целиком расположен в пределах в пределах гор, а именно в границах Центральноалтайской физико-географической провинции. Зонально эта территория располагается в подзоне настоящих степей, однако основной закономерностью ландшафтной дифференциации является высотная поясность, осложняемая другими характерными для горных систем континентальных районов факторами: барьерным, гидроморфным и литоморфным, солярной экспозицией. Большая часть рассматриваемой территории – средневысотные хребты, интенсивно расчлененные современной эрозией. Степные и лесостепные ландшафты занимают около четверти площади района. Они распространены, главным образом, по долинам рек и склонам южной экспозиции. Представлено два цикла развития степных геосистем: экспозиционный континентальных горных условий и горно-долинный эрозионно-аккумулятивный. При этом первый представлен обеими сериями: и лесостепной и перистепной.

Район Курайской котловины привлекателен тем, что расположен на стыке Центральноалтайской и Юго-Восточной Алтайской физико-географических провинций. В таких условиях в ландшафтах сочетаются черты, характерные для двух этих регионов. Причем по разным элементам рельефа влияние Алтае-Саянского (Центральный Алтай) и Монгольского (Юго-Восточный Алтай) ядер типичности распространяется неодинаково: нижние высотные пояса в большей степени отражают сухие и континентальные условия Центральной Азии, верхние – характеризуются циклоническим режимом. В этой связи ранее этот район обозначен нами как региональный геоэкотон [12]. Представлено четыре цикла развития геосистем: экспозиционный континентальных горных условий, криоксероморфный крайне континентальных высокогорных условий, котловинный и горно-долинный эрозионно-аккумулятивный. Доминирующее положение занимает котловинный цикл и его дренированная серия.

#### **Выводы**

1. В пределах степной зоны Западной Сибири выделено 8 циклов развития геосистем.
2. В равнинной части (Приобское плато) примерно в равных соотношениях распространены геосистемы зонально-водораздельного, древне-ложбинного псаммофитного и гало-гидроморфного циклов.
3. Геосистемы зонально-водораздельного цикла значительно преобладают по площади лишь в предгорьях Алтая.
4. Распространение циклов в горах Алтая обусловлено провинциальными особенностями, с которыми связана структура высотной поясности.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-05-00093-а*

#### **Библиографический список**

1. Осипов, С.В. Понятия «плакор» и «зональное местообитание» и их использование при выявлении зональной растительности и зональных экосистем. – Известия РАН. Серия географ. – 2006. – № 2.
2. Алехин, В.В. Растительность СССР в ее основных зонах. Основы ботанической географии. – М.; Л., 1936.
3. Павлов, Н.В. Ботаническая география СССР. – Алма-Ата, 1948.
4. Николаев, В.А. Ландшафты азиатских степей. – М.: Изд-во МГУ, 1999.
5. Золотов, Д.В. Геосистемная организация бассейна р. Барнаулки / Д.В. Золотов, Д.В. Черных // География и прир. ресурсы. – 2005. – № 3.
6. Козин, В.В. Парагенетические комплексы и их динамика // Изв. ВГО. – 1977. – Т. 109. – Вып. 3.
7. Марьинских, Д.М. Ландшафтно-экологический анализ территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Барнаул. – 2003.
8. Мильков, Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1986.
9. Золотов, Д.В. Ландшафтно-флористическое зонирование бассейнов рек и создание локальных систем ООПТ (на примере бассейна р. Барнаулка в Алтайском крае) // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. У региональная научно-практическая конференция. - Барнаул, 2002.
10. Шоба, В.А. Лесостепной флористический комплекс Горного Алтая // Геоботанические исследования в Западной и Средней Сибири. – Ново-

сибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1987.

11. Королюк, А.Ю. Криофитные степи гор юга Сибири / А.Ю. Королюк, Б.Б. Намзалов // Сибирский экологический журнал. – 1994. – Т. 1. – № 5.

12. Черных, Д.В. Ландшафтная структура Курайского регионального геозотона // Экологический анализ региона (теория, методы, практика): сб. науч. трудов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.

Статья поступила в редакцию 10.03.10

УДК 502.6

**Ю.В. Робертус**, канд. геолого-минералог. наук, зав. лаб. ИВЭП СО РАН, г. Горно-Алтайск, E-mail: ariecol@mail.gornu.ru; **А.В. Пузанов**, д-р биол. наук, зам. директора по НР ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: puzanov@iwer.asu.ru; **Р.В. Любимов**, канд. геолого-минералог. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Горно-Алтайск, E-mail: ariecol@mail.gornu.ru; **И.А. Архипов** канд. географ. наук, с.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: arhipov@iwer.asu.ru.

## ЭКОГЕОХИМИЯ РТУТИ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ РАЙОНА АКТАШСКОГО ГМП (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

Рудные месторождения – это природные геохимические аномалии, которые представляют собой потенциальные и реальные источники токсичных элементов. Токсиканты проникают практически во все депонирующие и транспортирующие природные среды вследствие естественного разрушения рудных масс и в процессе освоения месторождений. Возникли и существуют сложные природно-техногенные экосистемы, негативное влияние которых до конца не оценено, в связи с этим оно является во многих случаях непредсказуемым.

**Ключевые слова:** ртутьсодержащие отходы, техногенные объекты, потоки рассеяния, миграция и геохимическая подвижность ртути, очаги загрязнения, природные среды.

Одно из старейших на Алтае Акташское горно-металлургическое предприятие (далее – АГМП) в 1940-1980-е годы отработало одноименное месторождение ртути, а в 90-е годы перешло на переработку ртутьсодержащих отходов (PCO) промышленных предприятий Сибирского региона. За длительный период проведения разведочно-эксплуатационных работ и металлургического передела (обжига) ртутных руд (PCO) на участке АГМП накопились большие объемы разнообразных ртутьсодержащих отходов (пустые и оруденелые породы, шлаки, шламы) и образовался очаг опасного тяжелометаллического загрязнения (ртуть, мышьяк, сурьма и др.) почв и сопряженных с ними депонирующих сред на площади 5 км<sup>2</sup> [1].

В последние годы авторами при геоэкологическом изучении района АГМП уточнены параметры этого загрязнения, в частности, уровни присутствия ртути в природных средах и техногенных объектах, а также намечены особенности ее миграции и транслокации в окружающей среде [2–4].

Так, ввиду низкой содержания ртути (табл. 1) установлена второстепенная роль геологических образований района в формировании вышеотмеченного очага загрязнения. Имеющиеся высококонцентрированные ртутнорудные объекты (руды и околорудные породы) не образуют значительных по

интенсивности и размерам вторичных ореолов рассеяния [5], однако их присутствие в отвалах эксплуатационных штолен, как правило, приводит к формированию локальных наложенных ореолов ртути.

В техногенных объектах предприятия уровни присутствия ртути на 1-2 порядка выше, чем в геологических образованиях. Максимум ее концентраций проявлен в утилизируемых PCO, выбросах, сбросах и шламах металлоставода, в меньшей степени, в отвалах штолен и огарках (табл. 2).

Во всех природных средах в зоне влияния АГМП содержание ртути варьирует в очень широких пределах (до 3-х порядков). Степень загрязнения ею уменьшается в ряду: донные осадки транзитных водотоков, почвы, растения, снег, поверхностные воды, приземный воздух (табл. 3).

В результате обобщения данных по всем источникам ртутного загрязнения уточнены их объемы и масса находящейся в них ртути. Предварительно установлено, что в процессе многолетних выбросов и сбросов предприятия в окружающую среду поступило около 30 т ртути, а ее ориентировочная масса в отходах производства составляет 360-380 т (табл. 4). Эта суммарная масса равна потере при добыче-переделе руд (410 т).

Таблица 1

Содержание ртути (мг/кг) в геологических образованиях района АГМП

Параметры	Рудовмещающие толщи	Околорудные породы	Ртутные руды	Склоновые рыхлые отложения	Подземные воды, мкг/дм <sup>3</sup>
C <sub>min</sub>	< 0,01	11	1000	0,05	< 0,02
C <sub>max</sub>	1,5	271	240000	13,0	0,06
$\bar{X}$	0,1	78	4000	0,35	0,03

Таблица 2

Уровни присутствия ртути (мг/кг) в техногенных объектах района АГМП

Параметры	Выбросы завода, мг/м <sup>3</sup>	Сбросы завода, мг/дм <sup>3</sup>	Отходы обжига	Рудный шлам	Дорожные грунты	PCO	Отвалы штолен	Штольневые воды, мг/дм <sup>3</sup>
C <sub>min</sub>	–	0,26	25	15000	11	27	11	0,012
C <sub>max</sub>	–	13,90	7900	28000	36	99000	271	0,383
$\bar{X}$	6,3	–	160	25000	21	21900	78	0,200

Таблица 3

Параметры	Почвенный воздух, мг/м <sup>3</sup>	Почва, мг/кг	Растения, мг/кг*	Снеговая вода**, мкг/дм <sup>3</sup>	Поверхностная вода, мкг/дм <sup>3</sup>	Донные осадки, мг/кг
n	35	132	74	6	25	12

Cmin	$< 1 \times 10^{-6}$	0,22	0,04	0,08	$< 0,01$	1,6
Cmax	$458 \times 10^{-6}$	330	11	53	2,4	103
$\bar{X}$	$50 \times 10^{-6}$	6,8	0,86	9,2	0,08	31,5
фон	$< 1 \times 10^{-6}$	0,02	0,01-0,03	$< 0,01$	$< 0,01$	0,1-0,3

Примечание: \* – содержание в золе, \*\* – на территории металлзавода.

Таблица 4

Параметры ртутного загрязнения в зоне влияния Акташского ГМП

Источники загрязнения		Масса, тыс. т	Масса ртути, т	Характер воздействия	Ореолы (потoki) рассеяния	
					размеры	интенсивность
Природные	рудная зона	479*	1870**	площадной	3×0,5 км	слабая
	пункты оруденения	–	$< 10$	локальный	$< 1 \cdot 10^{-4}$ км <sup>2</sup>	слабая
Природно-техногенные	<i>отвалы штолен</i>	$> 5000$	20-30	локальный	$1-5 \times 10^{-3}$ км <sup>2</sup>	умеренная
	водоотлив штолен	–	0,1-0,5	линейный	более 20 км	слабая
Техногенные	<i>выбросы завода</i>	–	25	площадной	5×1 км	умеренная
	сбросы завода	$> 2000$	2-5	линейный	более 20 км	умеренная
	<i>отходы обжига</i>	1800	300	линейный	более 20 км	сильная
	<i>рудный шлам</i>	1	28	локальный	0,04×0,06 км	слабая
	дорожные грунты	50	5-10	линейный	6-8 км	умеренная
	<i>захоронения РСО</i>	0,9	17	локальный	$2-36 \times 10^{-4}$ км <sup>2</sup>	сильная

Примечание: курсивом выделены основные источники, \* – добыто руды, \*\* – получено ртути, «–» – нет данных.

Полученные данные свидетельствуют о переходе основной массы элементов-спутников и около 18 % ртути из утилизируемых РСО (раньше – руд) в отходы производства, из которых они попадают в транспортирующие и депонирующие загрязнение среды – природные воды, донные осадки, почвы и почвообразующие рыхлые породы, растения.

Многообразие масштабов и условий локализации природных и техногенных источников ртути обусловили значительные различия создаваемых ими наложенные ореолы и потоков рассеяния ее и элементов-спутников (As, Sb, Ni, Cu, Zn, Pb, Li). Так, главным источником формирования площадного загрязнения участка промзоны АГМП являются выбросы ртутного завода, а локального загрязнения – штольневые отвалы, пункты захоронения РСО и выходящие на эрозионный срез рудные объекты.

Основной поток рассеяния ртути в долинах транзитных рек Ярлыамры и Чибитка сформирован твердыми и жидкими отходами предприятия – шлаками (огарками) и фильтрующимися через них технологическими водами металлзавода. Второстепенные лито- и гидрохимические потоки ртути создают отдельные рудные объекты, захоронения РСО, отвалы и водоотлив штолен, а также технологические дороги, отсыпанные огарками.

Морфология, размеры, интенсивность и внутреннее строение наложенных ореолов и потоков рассеяния ртути зависят от ряда природных факторов, в частности, от термического режима и количества осадков, скорости и направления господствующих ветров, крутизны, экспозиции и обводненности горных склонов, наличия геохимических барьеров и пр.

Согласно [6] геохимические ореолы, созданные отходами АГМП, относятся к эпигенетическому наложенному типу ветрогенных природно-техногенных аномалий, образованных процессами миграции перемещенного и частично преобразованного природного минерального сырья.

В результате исследования установлено, что в специфических природных условиях района АГМП основными факторами влияния предприятия на окружающую среду являются (в порядке значимости): выбросы токсичных газов; испарение и фильтрация технологических вод; плоскостной смыв, водный и ветровой перенос отходов добычи и передела руд (РСО).

Так, в неочищенных выбросах металлзавода присутствует 17 токсичных ингредиентов [1], в т. ч. ртуть (среднее содержание 6,3 мг/м<sup>3</sup>). В отходах добычи руд ее содержание достигает 270 и более мг/кг, а в отходах обжига (огарках) 7900 мг/кг при среднем 160 мг/кг (76 ПДК для почв).

Технологические воды металлзавода содержат ртуть до 13,9 мг/дм<sup>3</sup>, а также около десятка ТМ, в концентрациях превышающих ПДК. Величина техногенной добавки в используемую воду р. Ярлыамры в них составляет для ртути 2300 раз (Ni, Zn, Cu, As, Sb – менее 30 раз, Cl, SO<sub>4</sub> – менее 10 раз).

Установлено, что ведущими типами механического поступления ртути и ее элементов-спутников в объекты окружающей среды являются ветровой и водный перенос отходов предприятия при подчиненной роли химической миграции элементов и их соединений в виде водорастворимых форм, образующихся при растворении сульфидных, гидроокисных и других слабоустойчивых в приповерхностных условиях минералов. Имеет также место частичное химическое выветривание механически перемещенной минеральной пыли [4].

Кроме слабо проявленного пыления отходов (дальность переноса пылеватого материала не превышает 100-300 м), все объекты размещения отходов АГМП эмитируют ртуть в приземную атмосферу. Так, ее концентрация в атмосферных ореолах над огарками достигает 0,1-0,3 мкг/м<sup>3</sup>.

Помимо дефляции, водного и механического переносов минеральной пыли способствуют и другие природные факторы – плоскостная и линейная эрозия, гравитационные процессы (осыпание, оползание) и пр.

Имеющиеся данные показывают, что механические ореолы и потоки рассеяния ртути проявлены в верхнем слое почв в интервале 0-10 см, а ее солевые ореолы проникают до глубины 30-50 см, особенно под штольневыми отвалами и ниже их по склону. При этом они тяготеют к горизонтам, обогащенным гумусом, гидроокислами железа, марганца и алюминия, что указывает на существенную роль органического и оксидного геохимических барьеров в локализации солевых ореолов ртути.

Для таких локальных ореолов, продуцируемых объектами размещения отходов АГМП, характерна языкообразная форма, резкое уменьшение содержания ртути при удалении от источника загрязнения и протяженность в зависимости от крутизны склона от первых сотен метров до 0,5 км.

Эти особенности латеральной миграции и высокая геохимическая подвижность ртути проявлены даже для участков "современных" несанкционированных захоронений РСО, где установлено "сползание" ее новообразованных литохимических ореолов по склону на расстояние до 50 м [4].

Водная миграция ртути в растворенном состоянии происходит в режиме внутриводной фильтрации технологических вод в р. Ярлыамры. По мере транзита речные воды самоочищаются, в основном, путем разбавления и выпадения в донные осадки тонкой фракции ртутьсодержащих частиц, в незначительной степени за счет выпадения нерастворимых химических осадков.

Вышеизложенное находит свое подтверждение в распределении соединений ртути и других ТМ в воде транзитной р. Ярлыамры. Так, ниже промзоны АГМП их слабо повышенные концентрации (за счет влияния Акташского рудного поля) увеличиваются от 1,5 до 9,6 раз (табл. 5).

Таблица 5

Концентрации ТМ (мкг/дм<sup>3</sup>) в воде р. Ярлыамры при работе АГМП

Место взятия проб	Hg	Zn	Cu	Pb	Cd
В 0,5 км выше АГМП	0,14	3,2	4,9	1,0	1,0
В 0,5 км ниже АГМП	0,20	6,2	16,1	9,6	7,4
В 5 км ниже АГМП	0,42	3,7	5,5	1,5	1,2

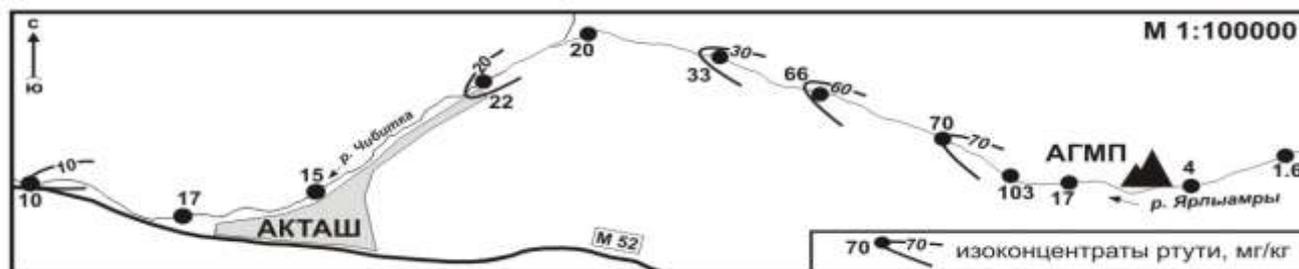


Рис. 1. Характер распределения ртути в донных осадках транзитных рек

Изучение распределения форм нахождения ртути в воде р. Ярлыамры показало, что в вышеотмеченном потоке проявлены тесные ( $r=0,84-0,94$ ) линейные связи между массой взвешенных частиц и сорбированной на них ртути, а также между ее сорбированной и растворенной формами. Отношение последних не зависит от содержания ртути и закономерно изменяется от верховьев р. Ярлыамры вниз по ее течению.

Установлено, что на участке АГМП содержание ртути в воде заметно увеличивается, но преобладание ее сорбированной формы над растворенной сохраняется. В интервале 5-10 км ниже предприятия валовое содержание ртути в воде уменьшается, а ее растворенная форма начинает превалировать над сорбированной (рис. 2). Это указывает на постепенное осаждение взвешенных частиц и увеличение перехода сорбированной на них ртути в растворимую форму, что подтверждает данные исследований [7].

В заключение необходимо отметить невысокие уровни перехода ртути из твердых отходов АГМП в их жидкую фазу. На примере технологических вод металлзавода в водную фазу переходит около  $7 \times 10^{-5}$  содержащейся в отгарках ртути (других ТМ –  $2-30 \times 10^{-5}$ ). Низки и показатели транслокационные свойства ртути – в сопряженные с почвами травянистые растения переходит всего лишь 1-1,5 % металла.

Таким образом, изученные особенности поведения ртути позволили наметить модель ее миграции в природных средах

При транзите загрязненных речных вод концентрации ртути и других ТМ в них уменьшаются очень медленно, что свидетельствует о низком потенциале самоочищения рек (быстрое течение, каменистое русло, низкая температура воды и др.). Фоновые концентрации ртути и других ТМ "восстанавливаются" на расстоянии 8-10 км ниже АГМП, которое можно считать длиной техногенных гидрохимических потоков, являющихся источником вторичного загрязнения донных осадков транзитных водотоков.

Водный перенос тонкой фракции отходов добычи и переработки руд (РСО) еще более значителен – до 20 км. Содержание ртути в донных осадках р. Ярлыамры резко возрастает у АГМП (до 103 мг/кг) и затем постепенно в геометрической прогрессии уменьшается вниз по течению (рис. 1).

района АГМП и уточнить представления [8–9] о воздействии токсичных отходов наложенных ореолов рассеяния (атмо-, сно-, лито-, гидро- и биогеохимических), которые в сочетании с природными аномалиями создают сложную экогеохимическую обстановку в зоне влияния предприятия.

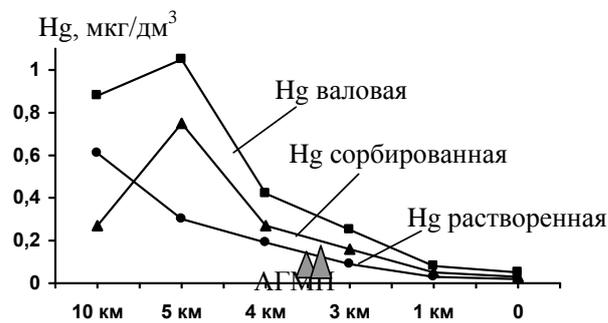


Рис. 2. Поведение форм ртути в воде р. Ярлыамры на участке АГМП

## Библиографический список

1. Сакладов, А.С. Характер и масштабы влияния на окружающую среду отходов горнодобывающих предприятий Республики Алтай: автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. – Томск: 2008.
2. Пузанов, А.В. Акташское ртутное месторождение и промзона АГМП (Юго-Восточный Алтай) как источник поступления ртути и сопутствующих элементов в объекты окружающей природной среды: IV Межд. науч.-практ. конф. "Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде" / А.В. Пузанов, И.А. Архипов, Ю.В. Робертус, А.С. Сакладов. – Семипалатинск, 2006. – Т. I.
3. Робертус, Ю.В. Новые данные о вещественном составе сырья и отходов Акташского ГМП / Ю.В. Робертус, Р.В. Любимов, А.С. Сакладов // Бюлл. "Природные ресурсы Горного Алтая", 2006.
4. Робертус, Ю.В. Результаты работ по изучению экологического состояния объектов окружающей среды в районе Акташского ГМП и пос. Акташ / Ю.В. Робертус, Р.В. Любимов, И. А. Архипов. – Горно-Алтайск, 2009.
5. Селин, П.Ф. Сводная карта вторичных литохимических ореолов ртути и элементов-спутников Курайской рудной зоны / П.Ф. Селин. – Бийск, 2005.
6. Геохимия окружающей среды / Ю.А. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990.
7. Формы нахождения ртути в твердом стоке и донных наносах бассейна р. Катунь / Л.В. Таусон, В.С. Зубков, Г.В. Калмычков, В.И. Меньшиков // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 2.
8. Елпатьевский, П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах / П.В. Елпатьевский – М.: Наука, 1993.
9. Голева, Р.В. Принципы разбраковки токсичных природных и техногенных геохимических аномалий / Р.В. Голева, А.С. Клочков, А.П. Пронин // Геоэкологические исследования и охрана недр. – 1994. – № 3.

Статья поступила в редакцию 10.03.10

УДК 630.232

*М.В. Ключников*, канд. сельскохоз. наук, начальник управления лесами Алтайского края, г. Барнаул,  
E-mail: mail@altailes.imex.ru; *Е.Г. Парамонов*, д-р сельскохоз. наук, г.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
E-mail: iwep@iwep.asu.ru

## ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ И ЕЛИ В ПРИОБЬЕ

Установлено, что в условиях лесостепи на дерново-подзолистых песчаных почвах лесные культуры лиственницы сибирской по интенсивности роста как в высоту, так и по диаметру в течение первых 3 классов возраста не уступают культурам сосны обыкновенной, а также не повреждаются лосями. В связи с этим лиственница и ель рекомендуются в ассортименте культур на территории алтайского Приобья.

*Ключевые слова:* лиственница сибирская, ель обыкновенная, условия местопроизрастания, лесные культуры, прирост.

Интенсивное ведение лесозаготовок в Верхне-Обском массиве в 20-70-е годы XX века привело к резкому снижению удельного веса сосны обыкновенной в составе лесного фонда [1]. Вслед за ними достаточно интенсивно стало развиваться и искусственное лесовосстановление, в массиве ежегодно создавались лесные культуры на площади до 3000 га [2]. Но улучшения породной структуры лесного фонда не произошло, в основном, по двум причинам: при больших объемах создания лесных культур снизилось качество их производства и критическим несоответствием наличия кормовой базы и разросшимся лосиным стадом.

В лесные культуры лиственница сибирская стала вводиться в послевоенные годы по всему правобережью р. Оби, в т.ч. в Верхне-Обском, Средне-Обском массивах на дерново-

подзолистых песчаных почвах и в лесостепи на черноземовидных почвах [3]. До настоящего времени сохранились многие отличные по продуктивности чистые насаждения из лиственницы и в смеси с сосной.

### Объекты и методы исследований

В Бийском и Озерском лесничествах заложен ряд пробных площадей. На их территории хорошо сохранились участки культур лиственницы различного возраста и состава (табл.1). Всего заложено 16 пробных площадей. При проведении исследований использованы апробированные в лесоводстве методики [4-7]. Основные площади культур были созданы в разнотравных типах леса, но часть их – в широколиственных и травяно-болотных типах.

Таблица 1

Морфологические показатели лесных культур лиственницы и ели

№	Состав	Возраст, лет	Тип леса	Сохранность, %	Полнота	Лесные культуры					Zcp, см	L, см	
						Всего, шт/га	т.ч. по высоте, м			Средние			
							< 0,5	0,6-1,5	1,6 и >	H, м			D, см
37	4Лц6Б	52	Стб	28,3	0,7	960	–	–	960	8,9	12,0	21,3	2,0
38	9Лц1С	41	Срт	37,0	0,8	1480	–	–	1480	18,2	18,0	30,2	2,9
39	5Лц4Б1С	30	Срт	27,5	0,6	410	–	–	410	21,6	22,1	42,8	1,5
40	4Лц6Б	30	Срт	30,0	0,7	1200	–	–	1200	10,7	16,3	43,0	1,6
41	5Лц5Б	30	Срт	36,1	0,6	470	–	–	470	11,0	14,4	44,6	1,9
42	5Лц5Б	30	Сшрт	32,7	0,6	230	–	–	230	10,2	18,3	39,8	2,0
43	10Лц	45	Срт	29,8	0,8	450	–	–	450	18,0	26,0	8,4	1,4
44	7Б1С2Лц	35	Срт	16,6	0,5	260	–	–	260	11,8	18,2	8,2	1,3
45	7С3Лц	9	Срт	55,0	0,7	1600	120	1240	240	1,3	1,0	5,9	1,5
46	6Е4Б	20	Брт	47,0	0,7	1880		340	1540	5,6	10,4	49,2	1,1
47	10Е	12	Сшрт	72,2	0,9	3250	270	420	2560	4,1	4,0	49,9	1,1

Примечание. Типы леса: Стб – сосняк травяно-болотный, Срт – сосняк разнотравный, Сшрт – сосняк широколиственный, Брт – березняк разнотравный; Zcp. – средняя длина побегов и L – длина хвои у 3-летних растений.

Следует сразу отметить слабый по интенсивности рост лиственницы по высоте и диаметру в травяно-болотном типе леса. Средний прирост по высоте равен 17,1 см, а по диаметру – 2,3 мм, что составляет 42,7 % и 33, 7%, соответственно против прироста чистых лиственничников Бийского лесничества. Наиболее интенсивно растет лиственница в разнотравных типах леса, где ее средний прирост по высоте равен 42,0 см в год и 5,5 мм по диаметру. Несколько хуже она растет в широколиственных типах леса, в которых средний прирост по высоте не превышает 34 см, а по диаметру 4,2 мм.

С увеличением возраста сохранность деревьев снижается. Если в 9-летнем возрасте сохранность составляет 55 %, в 20-летнем – 47 %, то после 30 лет количество деревьев продолжает уменьшаться, достигая 27-37% от первоначальной густоты. Такое положение свойственно как чистым по составу

лиственничным культурам, так и в смеси с сосной (рис.1). Однако при смешении с березой повислой более интенсивно проявляются антагонистические влияния со стороны последней, в итоге лиственница растет намного хуже, и насаждения ее становятся менее полными.

Достаточно успешно вписывается в лесные культуры на песчаных почвах ель обыкновенная, сохранность которой в культурах в 20-летнем возрасте достигает 47,0 %, что обеспечивает среднюю полноту 0,8. Средний прирост ее по высоте составляет 31,0 см, а по диаметру 4,1 мм. Следует отметить, что аналогичные параметры интенсивности роста ели в смешанных культурах с березой оказываются практически одинаковой в сравнении с ростом лиственных культур, т.е. береза также действует угнетающе и на ель.

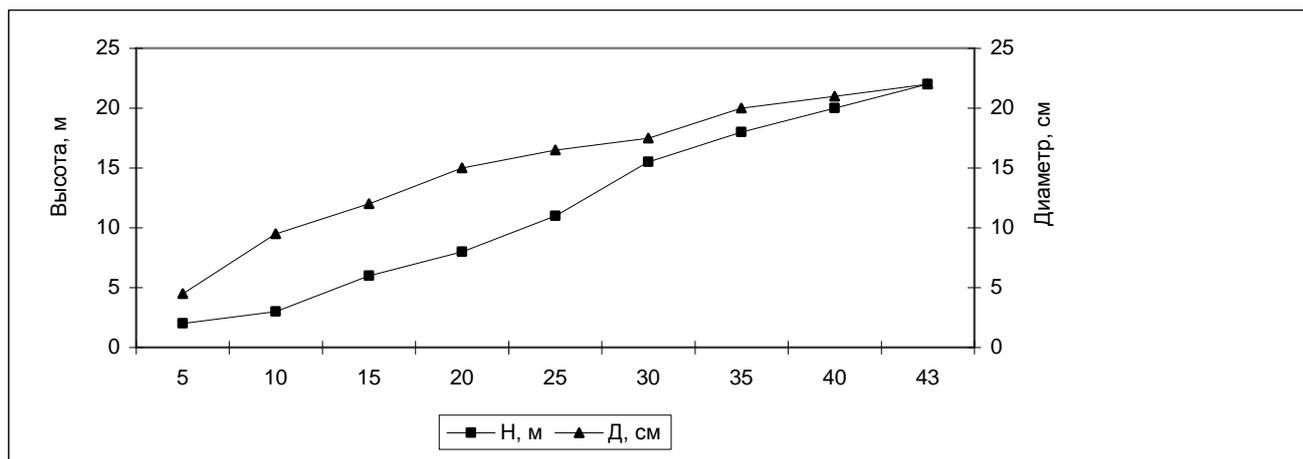


Рис. 1. Ход роста лиственницы по высоте (Н) и диаметру (D)

В Бийском лесничестве при описании пробных площадей было срублено несколько модельных деревьев лиственницы с выполнением полного анализа ствола путем взятия образцов на 0,0 и 0,5 м от поверхности земли и далее через 1 м. Всего исследован 21 образец. При определении среднего прироста по диаметру установлено, что с возрастом величина его снижается. Если в 10 лет средний прирост по диаметру равнялся 9,0 мм, то в 40 лет – 4,7 мм (или на 47,8 % ниже), а средний прирост по высоте возрастает с 40,0 см до 50 см в год. Связь между возрастом дерева и его средним приростом по диаметру выражается как отрицательная очень тесная с коэффициентом корреляции  $r = -0,86 \pm 0,06$  при коэффициенте достоверности  $t = 14,3$ . По интенсивности средний прирост у лиственницы по диаметру до 40-лет остается более высоким в сравнении с средним приростом по высоте.

В течение первых 40 лет имеет место более интенсивный рост деревьев лиственницы по диаметру в сравнении высотой (рис. 1). При достижении высоты в 20 м эти показатели выравниваются. Установлена высокая между возрастом лесных культур лиственницы и их средней высотой при коэффициентах корреляции  $r = 0,99 \pm 0,007$  и достоверности  $t = 141,4$ . Между возрастом лесных культур и их средним диаметром она выражается коэффициентом корреляции  $r = 0,97 \pm 0,02$  при  $t = 48,5$ , т.е. близка к функциональной.

Дополнительно в Озерском лесничестве была заложена еще одна пробная площадь в культурах лиственницы, которые имеют следующую характеристику. Возраст 33 года, состав 9Лц1С+Б, средняя высота 16 м, диаметр 14 см, класс бонитета 1а, полнота 0,8, запас 190 м<sup>3</sup>/га, тип леса – лиственничник разнотравный (табл. 2).

Таблица 2

Анализ морфологических показателей культур лиственницы					
Класс роста	Удельный вес, %	Высота, м		Высота побега, см	
		средняя	бессучковая	лидерного	бокового
1	2,0	18,8	5,4	21,9	14,3
2	31,1	21,3	5,8	28,0	12,2
3	23,6	15,0	3,1	15,8	10,4
4	34,5	11,5	2,2	11,1	8,7
5	8,8	6,7	1,2	7,9	6,3

Данное насаждение является по сути дела классическим примером распределения деревьев по классам роста, их удельного веса и морфологическим характеристикам. С другой стороны, анализ морфологических показателей однозначно указывает на продолжающуюся интенсивную конку-

рентную борьбу деревьев лиственницы за свет и пищу. На эту особенность указывает третья часть деревьев, которые являются явными кандидатами на отмирание (классы роста 4-5). Они существенно отстали в росте, у них пониженный прирост как лидерного, так и бокового побегов.

Сосна обыкновенная как более приспособленная к про-израстанию на дерново-подзолистых песчаных почвах в первые 15 лет опережает лиственницу сибирскую по интенсивности роста в высоту. К этому времени она достигает высоты в среднем около 6,5 м и оказывается на 8,3 % выше лиственницы аналогичного возраста. Но в дальнейшем лиственница усиливает прирост в высоту, а в итоге она перегоняет сосну, и культуры остаются более высокими, по крайней мере, до 45-летнего возраста. К этому возрасту средний прирост по высоте у сосновых культур составляет 44,4 см, а у лиственницы 48,9 см, или на 10,1 % выше. Пока остается неясным, каков будет дальнейший прирост в высоту у лиственницы. Однако сосна в возрасте 60 лет имеет средний прирост по высоте 41,7 см, т.е. он снизился за прошедшие 15 лет на 6,1 %.

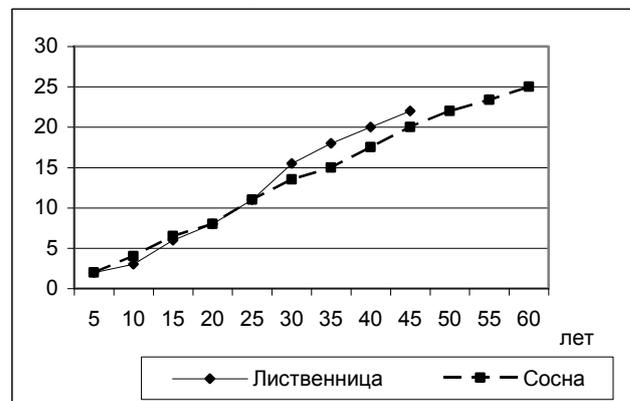


Рис. 2. Сравнительный ход роста в высоту культур сосны и лиственницы, м

#### Заключение

Выполненные исследования позволяют констатировать, что в условиях Верхне-Обского борového массива создание культур лиственницы сибирской дает положительные результаты. Интенсивность ее роста в высоту и по диаметру идентично показателям сосны обыкновенной. Положительным является и то, что лиственница не повреждается лосем. В пониженных местах с близким залеганием грунтовых вод целесообразно создавать еловые культуры, которые обогатят лесной фонд массива.

#### Библиографический список

1. Шершнева, В.И. Влияние антропогенных факторов на структуру лесов Приобья. – Проблемы лесоводства и лесовосстановления на Алтае. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2001.

2. Парамонов, Е.Г. Лесовосстановление на Алтае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин, В.А. Саета, М.В. Ключников, А.А. Маленко. – Барнаул: 2000.
  3. Трофимов, И.Т. Минералогический состав серых лесных почв Обь-Чумышского междуречья / И.Т. Трофимов, А.Н. Иванов, В.И. Шершнева // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – 2004. – Вып. 10.
  4. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М: Наука, 1962.
  5. Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. – М., 1961.
  6. Дворецкий, М.Л. Пособие по вариационной статистике. – М: Лесная промышленность, 1971.
  7. Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. – Л: 1967.
- Статья поступила в редакцию 10.03.10

УДК 574.587

*О.Н. Жукова, аспирант ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: jukova@iwep.asu.ru;**Д.М. Безматерных, канд. биол. наук, доц., уч. секр. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: bezmater@iwep.asu.ru*

## СОСТАВ И СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА КАРАСУКСКОЙ ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Приведены новые данные о составе и структуре зообентоса реки Карасук и 14 озер его бассейна (Новосибирская область). За период исследований в изученных озерах выявлено 65 видов донных беспозвоночных из 5 классов. Озера Карасукской системы характеризовались значительным разбросом значений численности и биомассы зообентоса. Выявлено, что наибольшее влияние на уровень развития зообентоса оказывает характер грунтов.

*Ключевые слова:* зообентос, Новосибирская область, река Карасук.

Зообентос – сообщество животных, жизнь которых связана с границей субстрата и воды [1]. Это сообщество является важным структурным звеном озерных экосистем. Известно, что состав и обилие бентоса зависят от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют глубина, подвижность воды, колебания уровня, характер грунта, зарастаемость [2]. Из всего многообразия факторов среды в Барабинско-Кулундинских озерах наиболее значимыми для развития зообентоса являются степень минерализации, распределение водной растительности и характер зимнего кислородного режима. Для большинства озер юга Западной Сибири эти показатели нестабильны и изменяются в зависимости от водного режима [3; 4; 5].

Река Карасук находится в Новосибирской области. Берет начало на Приобском плато и течет по южной части Западно-Сибирской равнины; теряется среди бессточных озер. Длина реки 531 км, площадь водосбора 11300 км<sup>2</sup>. В многоводный период Карасук через р. Чуман соединяется с р. Бурла. Район исследования отличается недостаточной увлажненностью, избыточной теплообеспеченностью и заметным нарастанием аридности с северо-востока на юго-запад. Озера системы приурочены к древней ложбине стока талых ледниковых вод. Они располагаются цепочкой вдоль современной долины реки и относятся к полупроточным и периодически проточным. Площадь озер от 0,4 до 30 км<sup>2</sup>. По уровню минерализации озера относятся к пресным (0,6-1 г/л) и солоноватым (до 4,3 г/л). Относительная мелководность (1,2-4,5 м) и значительное количество органических веществ в донных отложениях являются причиной зимних заморозов в ряде озер, приводящих к массовой гибели рыб [5].

Первые исследования по фауне донных беспозвоночных озер Карасукской системы были проведены в 1963-1976 гг. [6]. В этот период была подробно изучена фауна восьми озер, в составе бентоса и макрофауны зарослей найдено 147 видов, относящихся к семи классам. Приведены данные по таксономическому составу донных беспозвоночных озер бассейна р. Карасук в многолетней динамике. Отмечены изменения фауны бентоса в зависимости от факторов среды, зафиксирована тенденция зависимости видового состава моллюсков от минерализации воды.

### Материалы и методы

Наши исследования были проведены в июле – сентябре 2003, 2006, 2009 гг. Всего за период исследований было обследовано 14 озер и р. Карасук, отобрано и проанализировано 13 качественных и 39 количественных проб зообентоса.

Материалы собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [7]. Качественные сборы проводили сачком, количественные – штанговым дночерпателем ГР-91 с площадью захвата 0,007 м<sup>2</sup> (2-3 повторности).

### Результаты и их обсуждение

За период исследований в изученных озерах выявлено 65 видов донных беспозвоночных из 5 классов (прил.): олигохет – 2 вида, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 7, ракообразных – 1, насекомых – 53. Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (29 видов, из которых 23 – хирономиды), также из насекомых встречались стрекозы, поденки, клопы, ручейники и жуки (рис. 1).

По сравнению с данными Л.Л. Сипко [6] выявлено более низкое видовое разнообразие зообентоса. Это, вероятно, объясняется тем, что исследования зообентоса в 1963-1976 гг. носили более длительный характер и были направлены на изучение качественного состава донных беспозвоночных. Исследования 2003, 2006, 2009 гг., главным образом, касались установления численности и биомассы зообентоса. Таксономический состав донных беспозвоночных 2003-2009 гг. на 70% входит в состав зообентоса выявленных в 1963-1976 гг.

**Р. Карасук.** В пробах макрозообентоса верхнего течения реки Карасук (выше с. Быструха) развитие зообентоса соответствовало бета-мезотрофному уровню [8], численность составила 5,71 тыс. экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 5,57 г/м<sup>2</sup>. По численности и биомассе доминировали малощетинковые черви. Выше с. Черновка в составе донных беспозвоночных доминировали моллюски, субдоминировали хирономиды и жуки, численность бентоса составила 3,33 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 10,19 г/м<sup>2</sup>. В нижнем течении, до прохождения рекой озер (ниже с. Грамоткино), наблюдалось снижение численности и биомассы зообентоса (1,61 тыс. экз./м<sup>2</sup>, 1,42 г/м<sup>2</sup>), по численности доминировали личинки хирономид, по биомассе – олигохеты. Максимальные значения биомассы (32,61 г/м<sup>2</sup>) донных беспозвоночных отмечены на участке нижнего течения, после прохождения рекой озер (ниже с. Сорочиха), доминирующие таксоны были представлены пиявками и моллюсками (табл. 1).

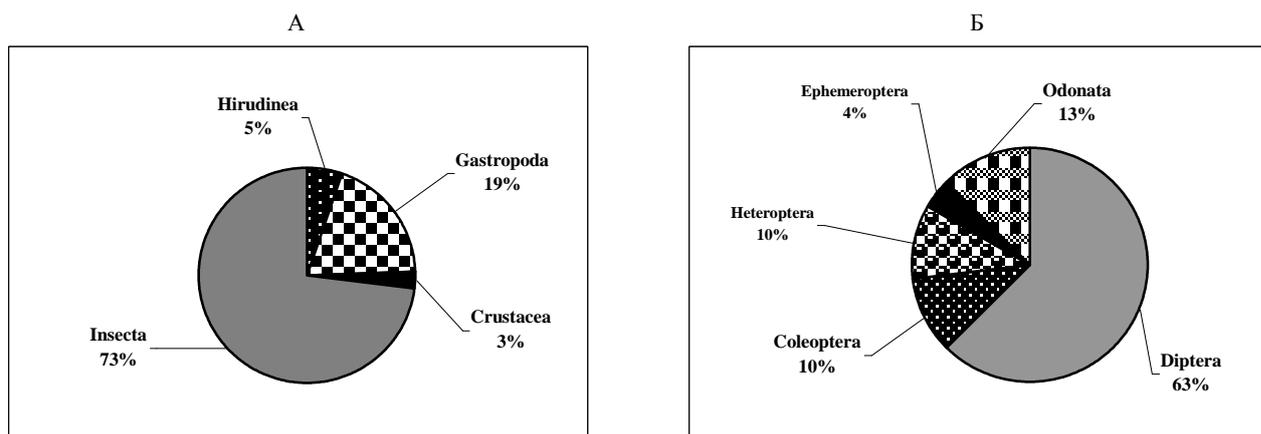


Рис. 1. Видовая структура зообентоса исследованных озер: А – доля классов донных беспозвоночных; Б – доля отрядов из класса насекомые

Таблица 1

Доминирующие таксоны, численность и биомасса зообентоса водоемов и водотоков Карасукской системы

Водные объекты	Доминирующие таксоны	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
р. Карасук	Mollusca	95	6,28-10,07
	Oligochaeta	1380-5476	0,28-4,90
	Chironomidae	191-3095	1,09-1,95
	прочие	95-762	0,09-15,52
оз. Астродым	Hydrophilidae,	1214	6,57
	Chironomidae	1381-10619	0,71-5,64
	прочие	71-214	0,28-1,35
оз. Большое Горькое	Chironomidae	139-500	0,09-0,51
оз. Гусиное	Chironomidae	139	0,83
оз. Кривое	Chironomidae	955	0,76
	Mollusca	48	0,76
	прочие	476	0,71
оз. Кротово	Chironomidae	350	6,14
оз. Кусган	Chironomidae	174-380	0,7-2,19
оз. Мелкое	Chironomidae	476-905	7,19-8,61
	прочие	95-143	0,09-0,42
	Corixidae	57	0,21
оз. Песчаное	Chironomidae	25	0,11
	прочие	12	0,10
	Chironomidae	35-929	0,35-0,92
оз. Титово	Chironomidae	313-1713	2,62-29,79
	прочие	48-143	0,14
оз. Хорошонок	Chironomidae	990	3,37
оз. Чаган	Chironomidae	504	2,71
оз. Чебаченок	Chironomidae	260	0,24
оз. Шкалово	Chironomidae	2083	22,57

**Оз. Астродым.** Выявлено 28 видов донных беспозвоночных из трех классов: Gastropoda, Crustacea и Insecta. В прибрежье численность зообентоса колебалась от 1,05 до 15,87 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса от 3,25 до 7,22 г/м<sup>2</sup>. По численности и биомассе доминировали личинки из подсемейства Chironominae – Stictochironomus crassiforceps Kieffer. Субдоминировали фитофильные виды: Verosus fulvus, V. sp. В открытой части отмечено снижение количественных показателей зообентоса, численность составила 1380 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 0,71 г/м<sup>2</sup>. Доминирующие таксоны были представлены подсемейством Tanipodinae и трибой Tanitarsini. Уровень трофности – альфа-, бета-мезотрофный.

**Оз. Большое Горькое.** Обнаружено восемь видов донных беспозвоночных из классов Gastropoda и Insecta. Насекомые преимущественно представлены личинками сем. Chironomidae (6 видов), из них доминировали: Sricotopus gr. silvestris и Gluptotendipes barbipes. Для озера характерны невысокие показатели численности (139-500 экз./м<sup>2</sup>) и биомассы (0,09-0,51 г/м<sup>2</sup>) донных беспозвоночных, уровень развития зообентоса ультраолиготрофный.

**Оз. Гусиное.** Характерен низкий уровень развития зообентоса, выявлено четыре вида донных беспозвоночных из двух классов: Hirudinea, Insecta. Численность не превышала 139 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 0,83 г/м<sup>2</sup>, что соответствует альфа-олиготрофному уровню развития.

**Оз. Кривое.** Отмечено 22 вида донных беспозвоночных из пяти классов: Hirudinea, Gastropoda, Crustacea, Insecta и Oligochaeta. Доминировали моллюски и личинки двукрылых из семейства хирономид – Polypedilum nubeculosum, субдоминировали фитофильные виды Neureclipsis bimaculata и Haliplus fulvus. Численность зообентоса составила 1429 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 2,23 г/м<sup>2</sup>. Уровень развития – бета-олиготрофный.

**Оз. Кротово.** Выявлено 14 видов донных беспозвоночных из четырех классов: Hirudinea, Crustacea, Gastropoda и Insecta. Численность зообентоса составила 350 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 6,14 г/м<sup>2</sup>. По численности и биомассе наибольшее значение имели личинки из семейства Chironomidae, доминировали Chironomus sp. и Sricotopus gr. silvestris. Уровень развития зообентоса – бета-мезотрофный.

**Оз. Кусган.** Отмечено 13 видов донных беспозвоночных

из четырех классов: Hirudinea, Gastropoda, Crustacea и Insecta. Количественные характеристики макрозообентоса озера Кусган не высоки (бета-олиготрофный уровень развития), численность составила 174 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 2,19 г/м<sup>2</sup>.

**Оз. Мелкое.** Обнаружено 11 видов донных беспозвоночных из пяти классов: Hirudinea, Gastropoda, Crustacea, Insecta и Oligocheta. Численность зообентоса колебалась от 619,06 до 1000 экз./м<sup>2</sup>, биомасса от 7,57 до 8,71 г/м<sup>2</sup> (бета-мезотрофный уровень развития). По численности и биомассе доминировали личинки *Chironomus gr. plumosus*.

**Оз. Песчаное.** Выявлено пять видов донных беспозвоночных. Уровень развития – ультраолиготрофный, численность донных беспозвоночных не превышала 94 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 0,42 г/м<sup>2</sup>. По численности и биомассе доминировали семейства *Chironomidae* и *Corixidae*. Из них чаще встречались: *Cryptotendipes sp.* и *Hesperocorixa sahlbergi*.

**Оз. Студеное.** Характерен невысокий уровень развития зообентоса: численность изменялась в пределах 35-929 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 0,35-0,92 г/м<sup>2</sup> (ультраолиготрофный уровень). По численности и биомассе доминировали личинки из семейства *Chironomidae*, из них обычно виды-детритофаги: *Chironomus sp.* и *Endochironomus tendens*.

**Оз. Титово.** Отмечен 21 вид донных беспозвоночных, численность зообентоса в 2006 г. составила 313 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 2,62 г/м<sup>2</sup>. По численности и биомассе наибольшее значение имели личинки хирономид – *Polypedilum (Tripodura) scalaenum*. В 2009 г. наблюдалось большая численность (1713 экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (29,79 г/м<sup>2</sup>) зообентоса за счет развития личинок двукрылых – *Chironomus gr. plumosus*. Уровень развития зообентоса в 2009 г. бета-эвтрофный.

**Оз. Хорошонок.** Выявлено восемь видов донных беспозвоночных, относящихся к классу насекомых. По численности и биомассе наибольшее значение имели личинки хирономид, доминировали виды-детритофаги *Endochironomus tendens* и *Chironomus sp.* Численность составила 990 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 3,37 г/м<sup>2</sup> (уровень развития альфа-мезотрофный).

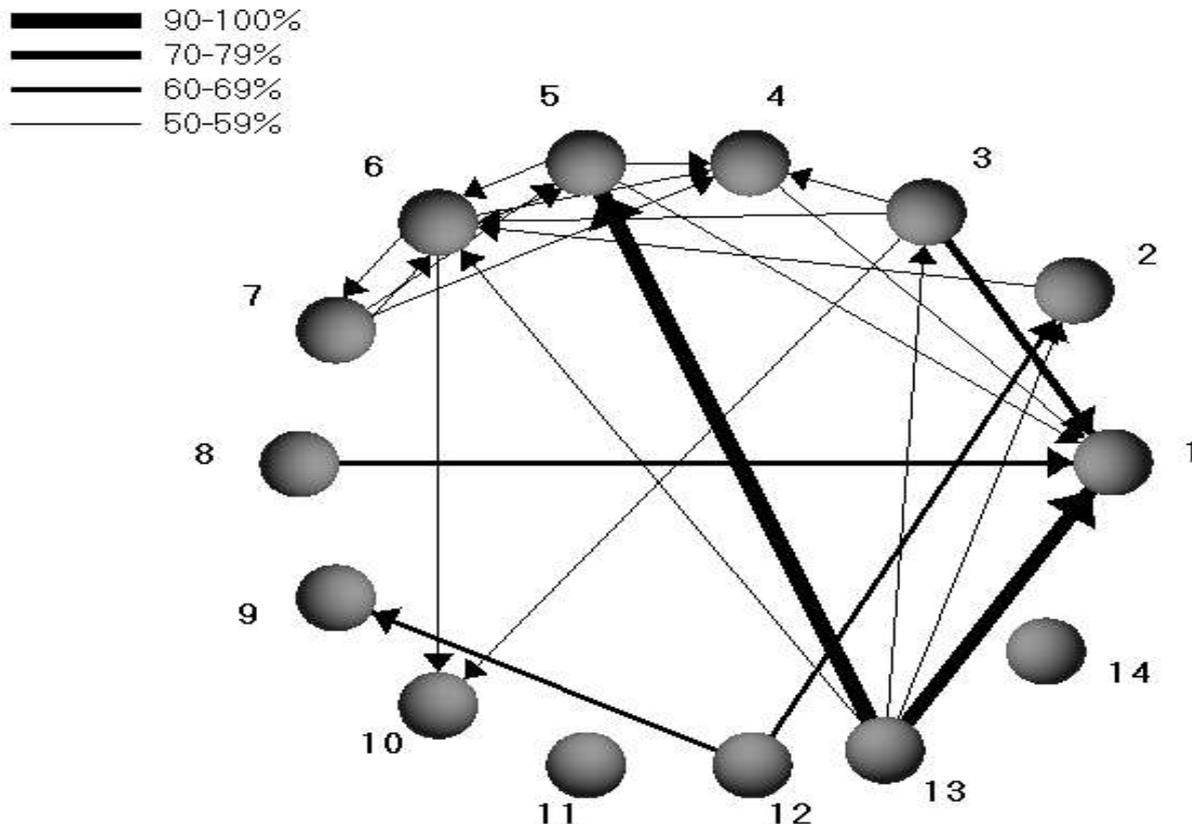
**Оз. Чаган.** Уровень развития зообентоса – альфа-мезотрофный, численность составила 505 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,71 г/м<sup>2</sup>. Основу биомассы составили личинки из семейства *Chironomidae*, реже отмечены брюхоногие моллюски из семейства *Lymnaeidae*.

**Оз. Чебаченок.** Выявлено только два вида из сем. *Chironomidae* – *Cricotopus gr. silvestris* и *Cryptochironomus gr. defectus*. Зообентос характеризовался низким уровнем развития (бета-олиготрофный), его численность составила 260 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 0,24 г/м<sup>2</sup>.

**Оз. Шкалово.** Характерен высокий уровень развития зообентоса (бета-эвтрофный), его численность составила 2083 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 22,57 г/м<sup>2</sup>. Высокие показатели численности и биомассы зообентоса достигаются за счет развития личинок *Chironomus gr. plumosus*. В озере отмечено пять видов донных беспозвоночных из классов насекомых и брюхоногих моллюсков.

Расчет мер включения [9] видового состава донных беспозвоночных исследованных в 2003-2009 гг. озер показал их низкую или умеренную степень сходства. Сходство фаун донных беспозвоночных на уровне 60% и более характерно для 6 пар озер. Наибольшее сходство беспозвоночных выявлено для озера Чебаченок с озерами Кротово и Астроным, что объясняется малым количеством видов (2) выявленных в оз. Чебаченок (рис. 2).

Рис. 2. Ориентированный мультиграф бинарных отношений на множестве мер включения описания зообентоса по наличию видов в 2003-2009 гг.: 1 – Астроным; 2 – Большое Горькое; 3 – Гусиное; 4 – Кривое; 5 – Кротово; 6 – Кусган; 7 – Мелкое; 8 – Песчаное; 9 – Студеное; 10 – Титово; 11 – Хорошонок; 12 – Чаган; 13 – Чебаченок; 14 – Шкалово



Практически во всех озерах доминирующей группой зообентоса были личинки хирономид из подсемейства хирономин. Хирономии характерны для стоячих и хорошо прогреваемых, часто эвтрофных водоемов. Подобная картина распределения зообентоса характерна и для других озерно-речных систем юга Обь-Иртышского междуречья (Чановская, Касмалинская) и, прежде всего, связана с характером и распределением грунтов, особенностями гидрологического и гидрохимического режима конкретных водоемов [10-12]. Для исследованных озер наиболее типичны *Chironomus gr. plumosus*, *Cryptotendipes sp.*, а также фитофильный *Cricotopus gr. silvestris*. Субдоминанты представлены брюхоногими моллюсками, среди которых большинство составили фитофильные виды, обычные для небольших стоячих и слабопроточных постоянных водоемов. Малое видовое разнообразие олигохет,

по всей вероятности, объясняется негативным воздействием на них соленоватых вод.

Численность и биомасса зообентоса в различных изученных водоемах характеризовались значительным разбросом значений. Биомасса колебалась в разных озерах от 0,09 до 29,79 г/м<sup>2</sup>, численность от 0,03 до 15,87 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Минимальные значения численности и биомассы отмечены для оз. Студеного (35 экз./м<sup>2</sup>; 0,35 г/м<sup>2</sup>) и оз. Большого Горького (139 экз./м<sup>2</sup>, 0,09 г/м<sup>2</sup>). Максимальные значения биомассы зафиксированы в озерах Шкалово (22,57 г/м<sup>2</sup>) и Титово (29,79 г/м<sup>2</sup>).

В исследованных озерах максимальное значение биомассы зообентоса характерно для илов (7,22-29,79 г/м<sup>2</sup>), заиленные пески имеют меньшую численность и биомассу (0,42-6,14 г/м<sup>2</sup>). Наиболее бедны пески, биомасса бентоса которых не превышает 3,32 г/м<sup>2</sup> (рис. 3).

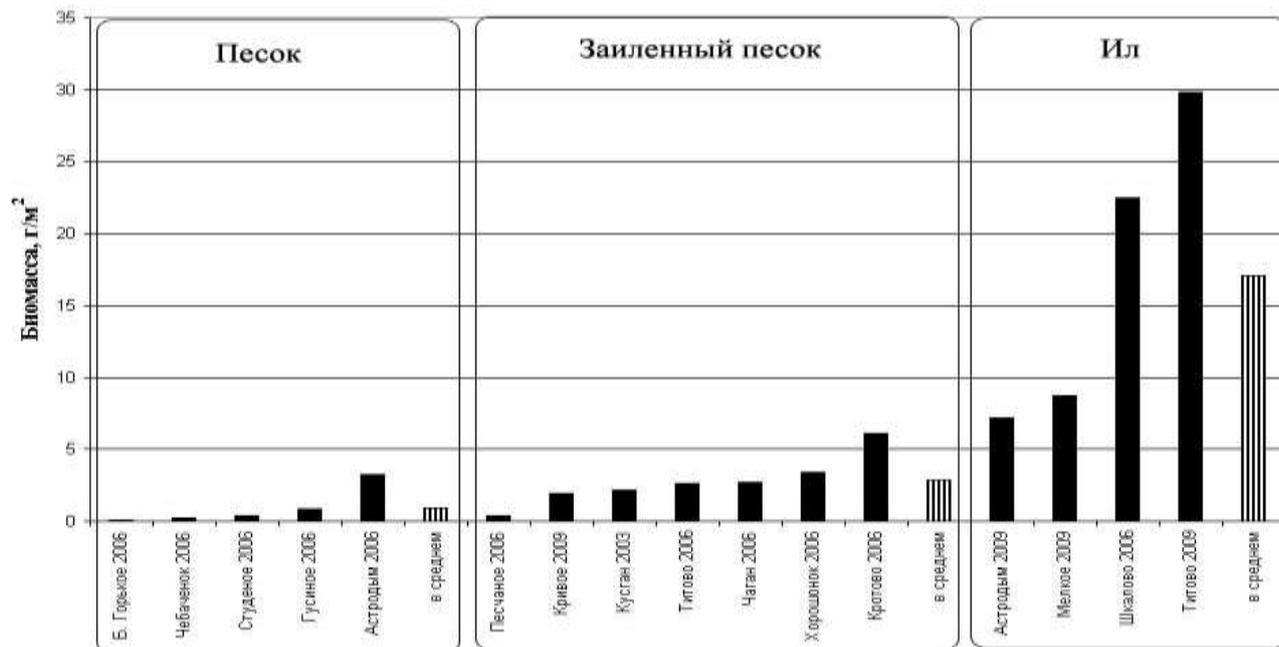


Рис. 3. Биомасса зообентоса озер Карасукской системы в зависимости от характера грунта в 2003-2009 гг.

Таким образом, на обследованных участках р. Карасук численность и биомасса зообентоса колебались в широких пределах, минимальные их значения зафиксированы на участке ниже с. Грамоткино (1,61 тыс. экз./м<sup>2</sup>, 1,42 г/м<sup>2</sup>), а максимальные значения на участках реки выше с. Быструха (5,71 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и ниже с. Сорочиха (32,61 г/м<sup>2</sup>), доминирующими таксонами обычно были малощетинковые черви, хирономиды и моллюски. Данное распределение, вероятно, в большей степени обусловлено не закономерностями изменения структуры зообентоса в речном континууме [13], а фрагментарностью исследований зообентоса и мозаичностью (пятнистостью) его распределения [1], что характерно для равнинных рек бассейна Верхней Оби [14].

Изученные озера Карасукской системы характеризовались значительным разбросом значений численности и биомассы зообентоса. Биомасса колебалась в разных озерах от

0,09 до 29,79 г/м<sup>2</sup>, численность от 0,03 до 15,87 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Минимальные значения численности и биомассы отмечены на песках для озер Студеного (35 экз./м<sup>2</sup>; 0,35 г/м<sup>2</sup>) и Большого Горького (139 экз./м<sup>2</sup>, 0,09 г/м<sup>2</sup>). Максимальные значения биомассы зафиксированы на илах в озерах Шкалово (22,57 г/м<sup>2</sup>) и Титово (29,79 г/м<sup>2</sup>). Практически во всех озерах доминирующей группой зообентоса были личинки хирономид. Подобная картина распределения зообентоса характерна и для других озерно-речных систем юга Обь-Иртышского междуречья (Чановская, Касмалинская) и, прежде всего, связана с характером и распределением грунтов, особенностями гидрологического и гидрохимического режима конкретных водоемов [10-12].

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-05-98019-р\_сибирь\_а.*

#### Библиографический список

1. Kalf, J. Limnology: inland water ecosystems. – USA, NJ, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2003.
2. Митропольский, В.И. Зообентос и другие биоценозы связанные с субстратом / В.И. Митропольский, Ф.Д. Мордухай-Болтовской // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975.
3. Безматерных, Д.М. Уровень минерализации воды как фактор формирования зообентоса озер Барабинско-Кулундинской лимнобиологической области // Мир науки, культуры, образования. – 2007. – № 4 (7).
4. Благовидова, Л.А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири / Л.А. Благовидова // Гидробиологический журнал. – 1973. – Т. 9. – № 1.
5. Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. – Новосибирск, 1982.
6. Сипко, Л.Л. Общие особенности видового состава и количественного развития бентоса озер Северной Кулунды в связи с циклами обводненности // IV съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва: Тез. докл. – Киев: Наук. думка, 1981.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992.

8. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон / С.П. Китаев // V съезд Всерос. гидробиол. об-ва. – Куйбышев, 1986. - Ч. 2.  
 9. Андреев, В.Л. Классификационные построения в экологии и систематике. – М.: Наука, 1980.  
 10. Безматерных, Д.М. Современное состояние и многолетняя динамика зообентоса озера Чаны / Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, К.В. Марусин // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 6.  
 11. Безматерных, Д.М. Состав и структура зообентоса разнотипных озер степной и лесостепной зоны Алтайского края и факторы его формирования. Часть 2. Анализ влияния экологических факторов Д.М. Безматерных, О.Н. Жукова, Л.А. Долматова // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 5 (17).  
 12. Безматерных, Д.М. Состав, структура и количественная характеристика зообентоса озера Чаны в 2001 году // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2.  
 13. The river continuum concept / R.L. Vannote, G.W. Minshall, K.W. Cummins [et al.] // Can. J. Fish. aquat. sci. – 1980.  
 14. Безматерных, Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008.

Приложение

**Таксономический состав зообентоса озер Карасукской системы  
(по данным 2003, 2006, 2009 гг.)**

Озеро Таксон	Астродам	Большое Горькое	Гусиное	Кривое	Кротово	Кусган	Мелкое	Песчаное	Студеное	Титово	Хорошонок	Чаган	Чебаченок	Шкалово
<b>Класс Oligochaeta</b>														
<u>Сем. Naididae</u>														
Chetogaster sp.							+							
Stylaria lacustris L.				+										
<b>Класс Hirudinea</b>														
Ehrpobdella stagnalis Brandes			+	+		+	+			+				
Glossiphonia complanata Johnson				+	+	+	+							
<b>Класс Gastropoda</b>														
Bithynia tentaculata L.									+			+		
Lymnaea auricularia L.		+				+						+		
L. palustris Mueller	+									+				+
L. stagnalis L.				+	+	+	+		+	+				
Planorbis corneus L.														+
Pl. planorbis L.	+			+	+	+	+							
Valvata cristata Mueller									+					+
<b>Класс Crustacea</b>														
<b>Отряд Amphipoda</b>														
<u>Сем. Gammaridae</u>														
Gammarus lacustris Sars.	+			+	+	+	+			+				
<b>Класс Insecta</b>														
<b>Отряд Odonata</b>														
<u>Сем. Aeschnidae</u>														
Aeschna affinis Vanderlinden					+		+							
<u>Сем. Coenagrionidae</u>														
Coenagrionidae ind.								+						
Coenagrion vernale Charpentier	+	+		+	+	+				+	+			
<u>Сем. Lestidae</u>										+				
Sympetma fusca Vanderlinden														
<u>Сем. Libellulidae</u>												+		
<b>Отряд Ephemeroptera</b>														
<u>Сем. Caenidae</u>														
Caenis lactea Burmeister	+			+							+			
C. miliaria Tshernova	+			+										
<b>Отряд Heteroptera</b>														
<u>Сем. Corixidae</u>														
Hesperocorixa linnaei Fieber					+	+								
Hesperocorixa sahlbergi Fieber	+							+		+				
<u>Сем. Gerridae</u>														
Gerris lacustris L.					+									
<u>Сем. Nepidae</u>														
Nepa cinerea L.				+										
<u>Сем. Naucoridae</u>														
Pluocoris cimicoides L.	+			+	+	+				+				
<b>Отряд Trichoptera</b>														
<u>Сем. Leptoceridae</u>														

Triaenodes sp.	+													
<u>Сем. Limnephilidae</u>														
Limnephilus rhombicus L.				+										
<u>Сем. Molanniidae</u>														
Molanna albicans Zetterstedt	+									+				
<u>Сем. Polycentropodidae</u>														
Neureclipsis bimaculata L.	+			+										
<u>Сем. Phryganeidae</u>														
Agripnia obsoleta Hagen						+				+				
<b>Отряд Coleoptera</b>														
<u>Сем. Dytiscidae</u>														
Hydaticus sp.				+										
<u>Сем. Haliplidae</u>														
Halipus fulvus F.				+										
<u>Сем. Hydrophilidae</u>														
Berosus fulvus Charpentier	+				+			+			+			
B. sp.	+			+										
Laccobius sp.				+										
<b>Отряд Diptera</b>														
<u>Сем. Ceratopogonidae</u>														
Culicoides sp.	+		+											
Stilobezzia flavirostris Win- nertz								+						
<u>Сем. Chironomidae</u>														
Ablabesmyia sp.	+			+										
Chironomus gr. plumosus		+				+	+			+				+
Ch. sp.		+		+	+		+		+		+	+		+
Cladotanytarsus gr. mancus	+													
Cricotopus gr. silvestris	+	+			+	+							+	
Cryptochironomus gr. defectus	+		+		+								+	
Cryptochironomus sp.											+			
Cryptotendipes sp.	+		+	+		+		+			+			
Dicrotendipes nervosus Stae- ger	+													
Endochironomus stakcelbergi Goetghebuer											+			
E. tendens F.	+									+		+		
Glyptotendipes barbipes Meig.		+								+				
G. glaucus Staeger		+				+	+					+		
G. sp.										+	+			
Orthocladius sp.											+			
Paratanytarsus sp.	+										+			
Polypedilum gr. nubeculosum	+			+										
P. gr. convictum											+			
P. (Tripodura) scalaenum Schrank											+			
Procladius ferrugineus Kiffer											+			
Psectrocladius ishimicus Tshernovskij	+													
Ps. nevalis Akhrorov	+													
Pseudochironomus sp.												+		
Stictochironomus crassifor- ceps Kieffer	+													
Tanytus punctipennis Meig.	+										+			
<u>Сем. Stratiomyidae</u>														
Odontomyia sp.	+			+										
Stratiomys longicornis Scopoli								+						
<u>Сем. Syrphidae</u>														
Eristalis sp.				+			+							
<b>Всего видов</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Статья поступила в редакцию 10.03.10