

На правах рукописи



**Большух Татьяна Владимировна**

**Распределение и природно-антропогенная трансформация  
химического состава поверхностных вод в бассейне реки Катунь  
(Горный Алтай)**

**25.00-36-геоэкология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации  
на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

**Калуга - 2005**

Работа выполнена на кафедре физической географии географического факультета Горно-Алтайского государственного университета

**Научный руководитель:** доктор географических наук, профессор  
**Семенов Вениамин Александрович**

**Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук  
**Кузьмин Егор Егорович**

кандидат географических наук  
**Галахов Владимир Прокопьевич**


**Ведущая организация:** Горно-Алтайский филиал Института Водно-Экологических проблем Сибирского отделения РАН

Защита состоится « 24 » июня 2005 г. в \_\_\_\_\_ час. на заседании диссертационного совета К 212.085.01 при Калужском государственном педагогическом университете им. К.Э. Циолковского по адресу: 248023, г. Калуга, ул. Ст. Разина, 26

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Калужского государственного педагогического университета им. К.Э. Циолковского

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять в адрес университета на имя ученого секретаря Совета: 248023, г. Калуга, ул. Ст. Разина, 26. А.Б. Стрельцов.

Автореферат разослан « 22 » мая 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат биологических наук  А.Б.Стрельцов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Химический состав поверхностных и подземных вод является отражением биогеохимической эволюции распределения химических элементов. На проходившем в 2004 году VI Всероссийском гидрологическом съезде в качестве первостепенных задач гидрохимических исследований определены: «...- изучение пространственных закономерностей изменения гидрохимических параметров поверхностной гидросферы Земли и влияния антропогенных факторов на гидрохимическую зональность; исследование энергоактивных зон поверхности Земли на гидрохимические процессы» (Никаноров, 2004).

Природные особенности Горного Алтая и разнообразие условий формирования химического состава воды в бассейне его крупнейшей реки Катунь, активизация в последние годы эндогенных процессов, хозяйственной деятельности и рекреационного использования территории бассейна определяют большую актуальность исследований для решения поставленных гидрологическим съездом задач.

Любое изменение сложившегося в природе равновесия может привести к непредсказуемым последствиям, рассматриваемым в современной экологии как катастрофические, в силу того, что нарушившееся равновесие восстанавливается чрезвычайно медленно.

Химический состав вод Горного Алтая, как показали исследования последних лет, подвержен как эндогенному, так и техногенному воздействию.

Эндогенный процесс обусловлен, в основном, влиянием на химический состав поверхностных вод металлов. Известно, что тяжелые металлы (ТМ), такие, как  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , и биогенные вещества при определенных условиях оказывает отрицательное воздействие на биоту и здоровье человека. Особенно ярко это проявляется в районах месторождений и рудных полей. На территории Республики Алтай именно в бассейне Катунь находится два крупных месторождения ртути и около тринадцати ее рудопроявлений и минерализации с сопутствующими металлами (Sb, As, Ag, Zn, Cd). Кроме, того, известно Холзунское марганцево-железорудное месторождение, рудопроявления золота, серебра, редких металлов и др.

В Горном Алтае немаловажный вклад в эндогенные воздействия вносят чрезвычайные ситуации природного характера, например, землетрясения с эпицентрами в бассейне Катунь, а также участвовавшие наводнения, вызванные современными климатическими изменениями и т.д.

Антропогенное воздействие обусловлено целым рядом техногенных процессов, из которых основными для Горного Алтая можно считать:

- трансграничный перенос загрязняющих веществ в основном токсичных металлов с предприятий Восточного Казахстана;
- горно-добывающая промышленность (Калгутинское горно-добывающее предприятие; Холзунское горно-добывающее предприятие; Акташское горно-металлургическое предприятие и др.);
- топливно-энергетический комплекс (многочисленные котельные и частный сектор);
- автотранспорт;
- сельскохозяйственная отрасль (маслосырзаводы, мясокомбинаты, сельскохозяйственные фермы, дойки, стоянки, отгонные пастбища и т.д.).

Установлено, что антропогенная нагрузка на гидросферу увеличивается даже для такого сравнительно слабо развитого в промышленном отношении региона, как Горный Алтай. Качество воды ухудшается вследствие загрязнения ТМ, нитратами, пестицидами и другими поллютантами. В то же время поверхностная вода Катунь, как в Республике Алтай, так и за её пределами, используется для питьевого водоснабжения. В сложившихся для Горного Алтая экологических условиях комплексная оценка антропогенного воздействия на поверхностные и подземные воды и степени их экологической трансформации (изменение химического состава и гидрохимического режима) весьма актуальна. Полученные данные уже сейчас используются в системе регулирования водопользования.

**Целями** диссертационной работы являются:

- изучение специфики распределения химического состава поверхностных вод в высокогорьях, среднегорьях и низкогорьях Горного Алтая и оценка его трансформации под влиянием антропогенной нагрузки в бассейне реки Катунь;
- комплексная оценка экологического состояния водных объектов и разработка рекомендаций по предотвращению негативного воздействия экологически опасных источников загрязнения на гидросферу региона.

Для решения поставленных целей были сформулированы следующие задачи:

- изучение пространственного распределения и сезонной динамики основных компонентов химического состава вод бассейна Катунь;
- изучение влияния активизации эндогенных процессов на химический состав подземных и поверхностных вод;
- оценка количественного содержания антропогенных загрязнителей в исследуемых водах и выделение наиболее опасных источников их поступления в поверхностные воды бассейна Катунь;

- создание базы экспериментальных данных для мобильного реагирования на их изменения.

#### **Объекты исследования:**

- реки бассейна Катунь, формирующие её сток с поверхности водосбора с учетом сезонных вкладов ледников, снежников, сезонного снежного покрова в альпийской и лесной зонах высокогорья, а также смешанного снегодождевого и подземного питания в среднегорье и низкогорье;
- озера в гляциально-нивальном зоне, на высокогорных плато, в межгорных котловинах, как наиболее чувствительные объекты к воздействию хозяйственной деятельности, рекреационной нагрузке;
- подземные воды как вспомогательный элемент, позволяющий оценивать составляющую питания рек и озёр.

Предмет исследования - химический состав и гидрохимический режим поверхностных вод и процессы, приводящие к изменению содержания химических элементов в природной воде.

**Теоретическая основа исследования** опирается на закономерности в распределении химических элементов, впервые выявленные при экспедиционных лимнологических исследованиях в Катунских Альпах в 1932-1933 гг. Алекиным О.А. (Алекин, 1935) и развитых в его последующих работах.

Методы исследования. В работе использован комплексный подход к оценке воздействия на окружающую среду, преимущественно на гидросферу, эндогенных процессов и любой хозяйственной деятельности. При этом окружающая природная среда рассматривалась как целостная система, включающая взаимодействующие и взаимовлияющие друг на друга компоненты (почвы, поверхностные и подземные воды, растительные сообщества и т.д.).

В работе использованы современные физико-химические методы (инверсионная вольтамперометрия, спектрофотометрия, фотоколориметрия и т.д.), с учетом метрологического обеспечения количественного химического анализа (КХА), а также методики, регламентируемые нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке для целей мониторинга и экологического контроля (РД, ПНД, Ф, ГОСТ).

**Информационной базой** послужили собственные данные, полученные в ходе экспедиционных исследований в период 2000-2004 гг. и результаты мониторинговых исследований, проводимых на базе РНИХЭЛ Горно-Алтайского государственного университета по заданию Управления Природных Ресурсов Министерства Природы Российской Федерации по Республике Алтай.

Для оценки загрязнения ледников, снежников, воды рек и озер при трансграничном переносе использованы литературные данные: В.П. Галахова (1999; 2002), Н.М. Коркиной (1983), А.М. Маринина (1987), Ю.К. Нарожного (1998; 1999), В.А. Семенова (1968; 2001; 2003), В.Г. Ушаковой (2000; 2001).

Химическое загрязнение водных объектов в результате хозяйственной деятельности на их водосборах оценивалось по результатам собственных исследований, выполненных на базе аккредитованной Горно-Алтайской Республиканской химико-экологической лаборатории (РНИХЭЛ) (аттестат аккредитации РОСС RU 0001.510063) в период с 1992 по 2004 гг.

**Научная новизна работы.** Впервые дана достаточно подробная оценка поясного распределения химического состава природных вод и его трансформации соотносительно с динамикой антропогенной нагрузки. Выявлена специфика изменения химического состава под воздействием комплекса эндогенных и антропогенных факторов. Дана комплексная экологическая оценка состояния поверхностных вод исследуемой территории.

**Практическая значимость.** Данные используются при подготовке отчетов к изданию ежегодных Докладов о состоянии окружающей среды Республики Алтай 2000-2003 гг. (отв. к.х.н., доц. Ушакова В.Г.). Накопленная экспериментальная база обобщается графически и картографически, и статистически, что позволяет в комплексе предвидеть пути негативного развития экологической ситуации в регионе и выработать меры по предотвращению ущерба, наносимого не только окружающей природной среде, но и этнокультуре, традиционной в Горном Алтае. Результаты работы использованы в научно-практических мероприятиях при формировании современного экологического мышления студентов (спецкурсы, семинары, практикумы).

**Апробация работы.** Основные результаты исследований докладывались автором на:

- международной конференции «Сопряженные задачи механики и экологии», тема «Гидрохимические исследования водных объектов в зоне сейсмической активности бассейна Катуня» (г. Томск, июль 2004 г.);
- 5-ом семинаре молодых ученых, объединяемых Межвузовским научно-координационным советом по проблеме эрозионных и устьевых процессов при МГУ, тема «Гидрохимия водных объектов бассейна р. Катунь (Горный Алтай)» (г. Москва, 2004);
- Всероссийском гляциологическом съезде, тема: «Гидролого-гидрохимическая характеристика водных объектов высокогорий

бассейна р. Катунь (Горный Алтай) на пороге XXI века» (г. Санкт-Петербург, май 2004);

- VI Всероссийском гидрологическом съезде (секция 4 - экологическое состояние водных объектов, качество вод и научные основы их охраны), тема: «Гидрохимия и антропогенное изменение качества поверхностных вод в Горном Алтае» (г. Санкт-Петербург, 2004).

**Защищаемые положения:**

Условия формирования химического состава и минерализация природных вод в бассейне Катунь существенно различны даже в пределах одной высотной зоны, зависят от совокупности природно-климатических факторов, особенностей биогеохимии региона и обуславливают большее разнообразие химического состава и минерализации воды рек, что было установлено по данным стационарных наблюдений.

Изменение водородного показателя рН воды высокогорных озёр Катунского хребта за 70-летний период свидетельствует о их закислении, а наибольшие изменения химического состава воды происходят в озёрах низкогорной зоны, подвергающихся большой рекреационной нагрузке.

Активизация эндогенных процессов влияет на химический состав, суммарную минерализацию и гидродинамический режим подземных вод, а в эпицентрах землетрясений оказывает влияние и на химический состав поверхностных вод.

Горные реки обладают большой трансформирующей способностью, но даже в воде крупных рек любые воздействия на поверхностные и подземные воды фиксируются на значительных расстояниях от источников загрязнения.

**Структура и содержание диссертации** состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и приложения. Основное содержание изложено на 123 страницах машинописного текста, иллюстрировано 18 рисунками и 33 таблицами, приложением. По теме исследования опубликовано 9 работ, 3 находятся в печати. Работа выполнялась на кафедре физической географии Горно-Алтайского государственного университета.

Автор выражает глубокую благодарность за помощь и ценные советы научному руководителю, доктору географических наук, профессору В.А. Семенову, а также научному консультанту, к.х.н., доценту, зав. РНИХЭЛ В.Г. Ушаковой. На разных этапах работы большую помощь оказывали к.г.-м.н. Н.А. Кочеева, к.б.н. И.В.Семенова, к.г.-м.н. А.В. Шитов, к.т.н. А.Ю. Гвоздарев, С.Ю. Кречетова, которым автор выражает искреннюю благодарность.

**В первой главе** рассматриваются природные условия, гидрохимическая изученность территории исследования и другие факторы, влияющие на состав и режим поверхностных и подземных вод. Отмечено, что формирование химического состава поверхностных и подземных вод носит преимущественно природный характер. Антропогенный и техногенный факторы имеют наиболее сильное влияние в межгорных котловинах и низкогорных районах. В высокогорных районах ведущими являются природные процессы, формирующие химический состав вод бассейна р. Катунь, гидрохимические исследования проводились только в высокогорных приледниковых озёрах в 30-х годах (Алёкин, 1935). Наименее изучена гидрохимия рек и озёр высокогорных плато, влияние на неё хозяйственной деятельности, а также природных эндогенных процессов.

Анализ литературного материала показал, что тема исследования актуальна и перспективна для дальнейшего изучения.

Во второй главе рассмотрен химический состав воды рек изучаемой территории, изложены результаты оценки влияния хозяйственной деятельности на химический состав воды в разные фазы гидрологического режима.

В высокогорной зоне вода обследованных рек маломинерализована (100-200 мг/дм<sup>3</sup>), но отдельные реки бассейна Чуй отличаются повышенной суммой основных ионов, а наиболее низкая минерализация воды (менее 40-50 мг/дм<sup>3</sup>) характерна рекам ледникового питания, при этом состав воды всех рек остается гидрокарбонатным.

Особенности распределения химического состава речных вод в различные фазы гидрологического режима рек верхней части бассейна представлены на рис. 1-3.

Речные воды верхней части бассейна имеют слабощелочную реакцию и рН изменяется от 7,0 до 7,8 единиц. Исключения составляют отдельные реки высокогорного плато Укок с рН<7,0: р.р. Аргамджи и Калгуты (рН=6,44), р. Беляши в устье (рН=6,74). Вода рек в этой части бассейна мягче, её общая жесткость изменяется от 0,35 мг-экв/дм<sup>3</sup> до 2,51 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Большое разнообразие содержания главных ионов и значений минерализации создается под действием притоков, например, левый приток р. Калгуты имеет минерализацию 72 мг/дм<sup>3</sup>, а в самой р. Калгуты в начальный период половодья минерализация составляет 40 мг/дм<sup>3</sup>. Существенный вклад в минерализацию вносит гидрокарбонат-ион, самое низкое значение которого отмечено в р. Калгуты, невысокие значения гидрокарбонат-иона характерны в этой части бассейна еще для левого притока р. Калгуты, для р.Аргамджи и р.Чаган. Вода рек территории

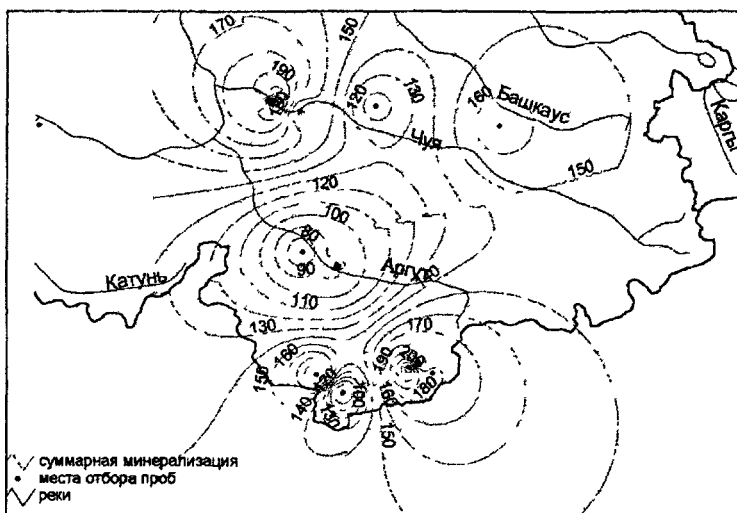


Рис.1. Карта-схема распределения общей минерализации воды рек высокогорной зоны в начальный период половодья

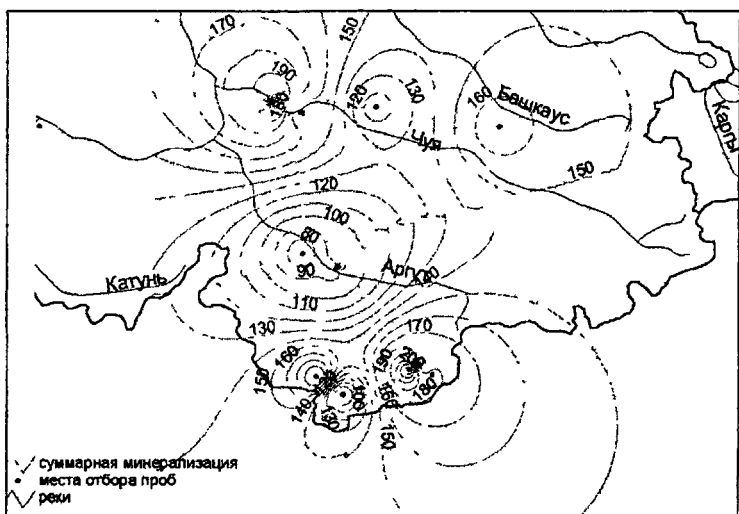
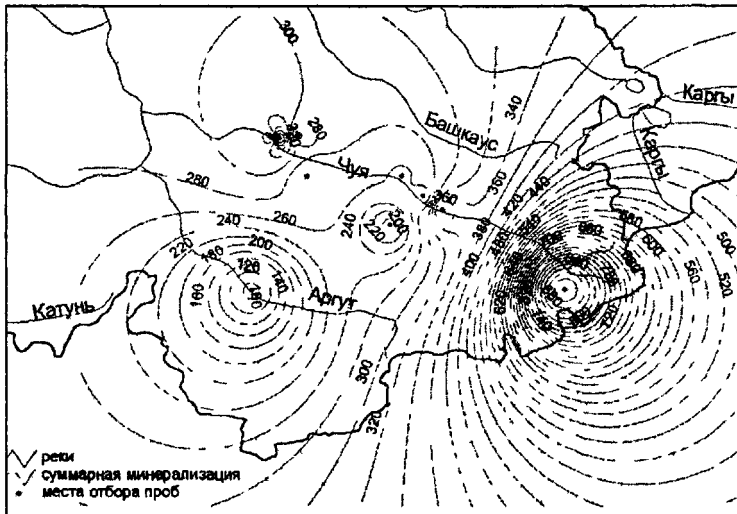


Рис. 2. Карта-схема распределения общей минерализации воды рек высокогорной зоны в конце половодья и начале летней межени

верхней части бассейна Катунь, в период летней межени отличается более повышенной минерализацией по сравнению с периодом половодья (Рис. 2)-



**Рис. 3. Карта-схема распределения общей минерализации воды рек высокогорной зоны в зимнюю межень**

В период снеготаяния и ливневых осадков это отрицательно сказывается на гидрологическом режиме рек, способствует загрязнению рек взвешенными наносами.

Существенное увеличение минерализации воды в реках бассейна Катунь происходит в результате поступления подземных вод из родников (родник и р.Тюнгур в табл.1) В тоже время вода ледниковых рек, стекающих с Катунского хребта, остается ультрапресной до устья в р Катунь (р. Кучерла в табл. 1.).

Хозяйственная деятельность в высокогорной части бассейна р. Катунь представлена: горно-перерабатывающей и горно-металлургической промышленностью; отгонным скотоводством и орошаемым земледелием; хозяйственно-бытовыми и автотранспортными предприятиями (АЗС, ремонтные мастерские). Зачастую АЗС располагаются по берегам рек, поэтому выявлены загрязнения нефтепродуктами (НП) от АЗС на расстоянии 0,5-0,7 км ниже по течению рек.

Хозяйственно-бытовая деятельность, в основном, развита в селитебных зонах, расположенных по берегам рек. Они вносят наибольший вклад в загрязнение поверхностных вод. В рекреационных зонах в

неудовлетворительном состоянии находятся выгребные ямы и автостоянки. Все это, накладывает отпечаток на экологическое состояние поверхностных вод.

Таблица 1.

Химический состав и минерализация воды рек и ручьев бассейна р. Катунь август 2003 г.

Наименование объекта	рН	Жоб мг-экв/дм <sup>3</sup>	Содержание главных ионов, мг/дм <sup>3</sup>						Σ U
			Ca	Mg	K+Na	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	
р Катунь, ниже впадения р Коксу	7,67	1,55	23,1	4,9	14,0	112,9	9,6	4,1	169
р Кучерла в 5 км от устья	7,12	0,94	11,6	3,0	4,5	25,6	24,0	3,2	73,3
Родник на левобережном склоне долины р Катунь в створе с устьем р Кучерла	7,74	3,15	42,6	13,9	25,7	213,5	26,9	4,9	327
р Тюнгур устье	7,63	2,48	40,6	5,5	7,1	137,3	19,2	4,3	214
р Катунь выше впадения р Кучерла	7,36	3,13	46,6	9,8	5,7	173,8	19,2	3,9	259

В водах рек верхней части бассейна Катунь загрязнение, в основном наблюдается только нитритами (от 1 до 1,16 ПДК) (табл. 2). Наибольшие значения характерны для воды р. Чуя, бассейн которой наиболее подвержен антропогенному воздействию.

Таблица 2.

Содержание биогенных элементов в водах рек, верхней части бассейна реки Катунь, 2003 г

Место отбора проб	Определяемый компонент, мг/дм <sup>3</sup>			
	ПО*)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
р Калгуты (12 км от дороги)	0,03	0,12	Н/об	2,65
Лев прит р Калгуты (5 км от Монгол границы)	0,03	Н/об	0,032	2,64
р Аргамджи (у заставы)	0,33	Н/об	0,02	1,65
р Музды-Булак, брод	0,35	Н/об	Н/об	0,66
р Калгуты 20 м выше впадения р Музды-Булак	0,56	Н/об	0,004	Н/об
р Музды-Булак перед впадением в р Калгуты	0,33	Н/об	Н/об	0,33
р Калгуты ниже устья р Музды-Булак	0,6	Н/об	Н/об	0,33
р Тюнь (приток р Джазатор)	0,36	Н/об	Н/об	0,66
р Жумалы (у теплых ключей)	0,45	Н/об	Н/об	0,33
Слияния р Тюнь и р Джазатор	0,54	Н/об	0,012	1,32
р Актру (лагерь альпинистов)	0,24	Н/об	Н/об	2,95
р Чуя в Курайской долине	0,63	0,02	0,012	6,6
р Чуя перед впадением в р Катунь	0,33	0,01	0,004	6,6
р Катунь после впадения р Чуя	0,75	0,05	0,004	7,3
р Катунь, с Иня	0,77	0,07	0,008	7,3
ПДК	5,0	0,39	0,02	9,1

\*) ПО – перманганатная окисляемость.

Загрязнение воды рек верхней части бассейна тяжелыми металлами кроме природного характера обусловлено трансграничным переносом с предприятий Восточного Казахстана. Загрязняющие вещества переносятся в виде аэрозолей, воздушными массами, накапливаются в снежниках и ледниках. Сезонная динамика содержания тяжелых металлов в воде р. Катунь приведена в таблице 3.

Полученные данные позволяют считать, что воды рек верхней части бассейна Катунь загрязнены только ртутью и медью содержание которых превышают ПДК в отдельные месяцы. Для выяснения причин повышенного содержания в воде рек высокогорной зоны бассейна этих тяжелых металлов необходимо проведение специальных исследований.

Таблица 3

**Концентрации тяжелых металлов в воде р. Катунь выше устья р. Кокса по месяцам 2000 г.**

Металлы	Концентрации по месяцам, мкг/дм <sup>3</sup>								ПДК, мкг/дм <sup>3</sup>
	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Ртуть	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	сл	0,01
Свинец	0,37	0,33	0,22	0,13	0,17	0,23	0,39	0,45	100 0
Медь	0,97	1,05	0,80	0,79	0,71	0,63	0,95	0,91	1,0
Цинк	1,42	1,57	0,99	0,85	0,92	0,76	0,43	1,06	10 0
Марганец	3,01	2,97	2,15	2,22	2,18	2,31	2,45	2,76	10 0
Железо	22,5	27,6	20,1	20,2	19,4	19,7	28,6	27,3	100 0
Хром	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	5 0
Кадмий	0,01	0,01	0,009	0,007	0,008	0,007	0,008	0,01	5 0
Мышьяк	Н/об	сл	сл	сл	сл	Н/об	сл	сл	50 0

Воды бассейна р. Катунь в среднегорной части имеет слабощелочную среду (рН в пределах 6,8-7,7 ед.) и имеют сезонные изменения (табл. 4.).

Таблица 4.

**Химический состав и минерализация воды Катунь в среднегорной части бассейна в разные периоды года**

Место отбора	Дата отбора	рН	Жоб. мг-экв/дм	Содержание главных ионов, мг/дм <sup>3</sup>						Σ U
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
р. Катунь, с. Иня	20 03 01	7,75	2,4	36,1	7,6	7,9	146,4	11,2	3,2	213
р. Катунь, с. Иня	24.07.01	7,5	3,48	37,8	19,4	5,9	207,4	10,1	3,7	284
р. Катунь, с. Иня	22.06.03	7,5	1,3	23,6	6,7	4,3	97,6	9,6	3,6	145
р. Катунь, с. Еланда	23 03.01	7,3	2,4	32,1	9,7	4,6	139,5	8,7	4,1	199
р. Катунь, с. Еланда	21.07.01	7,68	4,3	50,1	21,9	12,1	266,9	11,2	6,2	369
р. Урсул до впаден в р. Катунь	23.03.01	7,35	2,3	30,1	9,7	2,8	131,9	7,2	3,6	185
р. Катунь после впадения р. Урсул	21 07.01	6,8	3,3	42,1	13,8	9,9	200,4	9,9	4,4	281

В среднегорье наибольшие нагрузки происходят на ландшафты котловин и минерализация воды р. Катунь увеличивается по сравнению с высокогорьем.

Однако для большинства притоков, изменения химического состава воды находятся в пределах их природных изменений. Содержание в воде биогенных элементов не превышает ПДК (табл.5).

В процессе исследования установлено, что концентрация в воде рек железа общего ( $Fe^{тм}$ ) составляет от 7,0 до 35,0 мг/дм<sup>3</sup>, с максимумом в период зимней межени, что свидетельствует о его природном происхождении (табл. 6).

Среднегодовые значения ТМ не превышают ПДК для рыбохозяйственных водоёмов за исключением содержания ртути (до 2,7 ПДК). Увеличение содержания ртути наблюдается в период половодья и летней межени.

Таблица 5.

Содержание биогенных элементов среднегорной части бассейна р. Катунь

Наименование объекта	Определяемый компонент, мг/дм <sup>3</sup>						
	Сухой остаток	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ПО	СО <sub>2</sub>
ручей ниже притока Катунь р Катанда	159,2	0,023	0,012	0,33	0,018	0,19	7,9
р Теректа	129,1	н/об	0,016	4,62	0,009	0,30	6,2
р Килинская	108,1	н/об	0,004	3,3	н/об	0,45	9,7
р Кокса перед впадением в р Катунь	137,4	н/об	След	2,31	0,018	0,42	8,8
р Тюнгурук	157,9	н/об	0,004	2,97	н/об	0,52	8,4
р Кокса выше р Тюнгурук	134,3	н/об	0,02	3,96	0,026	0,27	5,3
р Абай	135,8	0,09	н/об	0,19	н/об	0,72	14,2
р Банная	102,3	0,02	н/об	0,28	0,297	0,95	6,2
р Сузар	177,6	0,32	0,098	2,64	0,009	0,51	-
ПДК	По фону	0,39	0,02	9,1	0,2	5,0	Не норм

В низкорной зоне бассейна Катунь формирование естественного химического состава воды рек в наибольшей степени нарушается влиянием хозяйственной деятельности. Так в р. Черга ниже с. Черга и Чергинского маслосырзавода минерализация воды реки составляла 166-398 мг/дм<sup>3</sup>, а максимальные концентрации основных загрязнителей (в единицах ПДК) NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - 2,23, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - 6,5, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - 1,4, нефтепродуктов - 17,4,

фенолов - 28,0 ОЖК - 8,5, БПК<sub>5</sub> - 13,8 ПДК. Ещё более загрязнены малые реки, протекающие через городскую территорию (рр. Майма и Улалушка).

Средняя суммарная минерализация воды Катунь составляла 170-380 мг/дм<sup>3</sup>. Ионный сток реки, при среднем расходе воды 830 м<sup>3</sup>/сек и усредненном значении минерализации, составляет 44,1 т/км<sup>2</sup>/год. Окислительно-восстановительный потенциал (Еh) изменялся в пределах 198,4-380,9 мВ, величина рН - в пределах 7,1-7,5 единиц. Значения ХПК (химическое потребление кислорода) и БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода) колебались в пределах от 1,5 до 4,9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и от 0,15 до 0,86 мгСУдм<sup>3</sup> соответственно органического вещества (Сорг) в воде реки, величина которого не превышала 2,64 мг/дм<sup>3</sup> при минимальном значении 1,18 мг/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует о незначительном количестве

Таблица 6.

**Концентрации тяжелых металлов в воде р. Катунь  
ниже впадения р. Урсул (2000-2001 гг.)**

Металлы	Концентрации по месяцам, мкг/дм <sup>3</sup>									ПДК, мкг/дм <sup>3</sup>
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	сред год. годовы	
Ртуть	0,005	0,01	0,09	0,02	0,003	0,01	0,05	0,03	0,027	0 01
Свинец	1,6	2,0	3,4	2,1	0,7	0,9	3,3	1,8	1,97	100 0
Медь	0,9	0,7	0,8	1,3	0,4	0,6	0,8	0,95	0,81	1 0
Цинк	0,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,68	10 0
Железо	35,0	30,0	18,4	8,6	7,2	5,6	6,0	10,4	15,2	100 0
Кадмий	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	5 0

Содержание органических веществ увеличивается вниз по течению от 1,18 до 2,64 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость не превышала 4,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Содержание растворенного в воде р. Катунь кислорода было не ниже 9,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, что наряду с высокими положительными значениями Еh свидетельствует о достаточно удовлетворительном кислородном режиме реки.

В воде р. Катунь в последние годы увеличились концентрации аммонийного азота до 1,4 ПДК, нитритного и нитратного азота до 3,0 и 1,2 ПДК соответственно, нефтепродуктов до 6 ПДК. Это увеличение минеральных форм азота связано с возросшей антропогенной (рекреационной, сельскохозяйственной и промышленной - мяскокомбинат в с. Союза) нагрузкой (табл. 7.).

Концентрации тяжелых металлов в воде реки не превышали ПДК, только содержание ртути в периоды половодья достигало у с. Платово значений 8 ПДК, меди - 4 ПДК, но не превышало ПДК для вод водоемов хозяйственно-питьевого назначения. За исключением отдельных малых

водотоков пригорода административного центра республики, реки бассейна Катуня сохранили

способность к самоочищению, и химический состав воды рек определяется, главным образом, природными факторами.

Таблица 7.

Концентрации минеральных форм азота в воде р. Катунь, мг/дм<sup>3</sup>

13 03-31 04	NH <sub>4</sub>			NO <sub>2</sub>			NO <sub>3</sub>		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
р. Катунь с. Иня	0,3	Н/о	0,34	0,02	0,012	0,02	1,19	6,57	3,63
р. Катунь с. Асгат	-	-	0,23	-	-	0,004	-	-	2,97
р. Катунь с. У-Сема	-	-	0,047	-	-	0,065	-	-	1,32
р. Катунь с. Союзга	0,6	0,7	0,6	0,05	0,186	0,141	12,2	16,5	4,2
р. Катунь с. Майма	0,29	0,07	0,023	0,025	0,016	Н/о	10,23	7,26	2,33
р. Катунь с. Платово	0,38	0,56	0,17	0,03	0,122	0,02	9,24	9,9	3,5
ПДК	0,39			0,02			9,1		

Третья глава посвящена химизму воды озёр. В высокогорной приледниковой зоне Катунского хребта пробы воды отобраны в 9 озёрах бассейна р. Мульта (рис. 4).

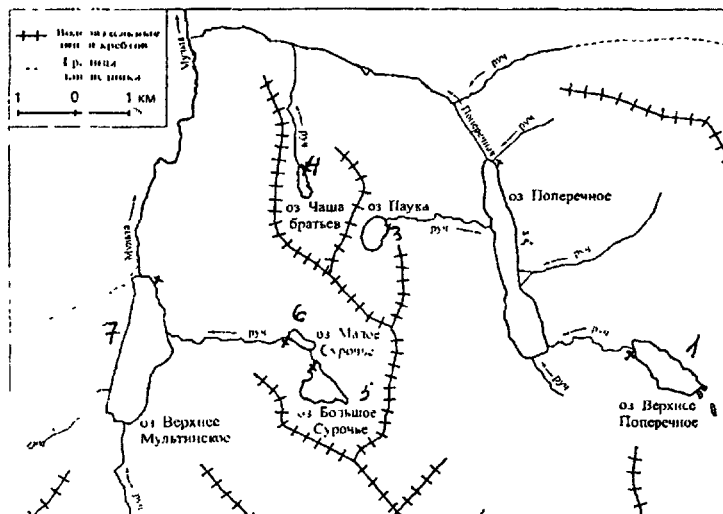


Рис. 4. Схема расположения озер бассейна р. Мульта в пределах Катунского заповедника (х – место отбора пробы; 1 – номер отбора пробы)

Сравнение полученных результатов по химическому составу озёр с данными О.А. Алекина (Алекин, 1935) свидетельствует о существенном уменьшении во всех озерах величины водородного показателя. Вода всех озёр из группы «нейтральная» перешла в группу «слабокислая» (рН изменяется от 5,3 до 6,2.ед.).

Жесткость озерных вод района изменяется от 0,4 до 1,5 мг-экв/дм<sup>3</sup> и её можно отнести к «ультрамягкой», класс воды гидрокарбонатно-кальциевый. Количество фосфатов и азотсодержащих элементов в озерных водах по всем точкам отбора, кроме оз. Паука, не превышает ПДК.

В бассейне р. Аргут произведены обследования в 18 озёрах, расположенных на разных высотных отметках (от 2000 до 2800 м). Вода всех озёр относится к гидрокарбонатно-кальциево-магниевого группы, мягкая слабощелочная (табл. 8.).

Таблица 8.

Результаты исследования химического состава озер плоскогогорья  
Укок в бассейне Аргута (август 2000 года)

Наименование объекта	рН	Жобщ. мг-экв/дм <sup>3</sup>	Содержание главных ионов, мг/дм <sup>3</sup>						Σ U мг/дм <sup>3</sup>
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	
оз. Тархатинское	8,5	2,00	23,6	9,9	10,3	134	<1,0	6,8	185
озеро в бассейне р. Аргамаджи	7,9	2,52	28,7	13,4	28,5	116	<1,0	4,5	191
пойменное озеро р. Ак-Алаха	8,8	1,27	21,6	2,3	5,7	81,5	<1,0	5,4	117

Минерализация озёр обычно не превышает 200 мг/дм<sup>3</sup>, а у некоторых водоёмов полярного типа летом менее 50 мг/дм<sup>3</sup>.

В некоторых из них содержание ионов аммония и фосфат ионов (до 1 ПДК). Содержание тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца, меди) и ртути в основном значительно ниже ПДК, за исключением озера Тархатинское и Зерюколь, где периодически обнаруживались повышенные концентрации свинца (до 1 ПДК).

В среднегорной зоне исследован состав воды оз. Теньгинского, расположенного на высоте 1114 м. в межгорной котловине. Вода озера маломинерализованная и принадлежит к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. В воде озера найдено значительное количество органического вещества. В воде обнаружены все формы минерального азота: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> до 11,7 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> до 0,9 мг/дм<sup>3</sup>; фенолы от

0,001 до 0,003 мг/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует об ухудшении экологического состояния озера.

В низкоргорной зоне состояние озера Манжерокское, подвергающегося рекреационной нагрузке, свидетельствует, что озеро регрессирует под действием антропогенного фактора (табл. 9.)

Таблица 9.

**Химический состав озера Манжерок в разные фазы гидрологического режима, мг/дм<sup>3</sup>**

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	БПК <sub>5</sub>	ХПК	НП	СПАВ	Фенолы	Взв. в.сц.
зим. меж	0,09	0,01	3,3	Н/о	2,17	6,9	Н/об	Н/об	Н/об	5,3
поло-вод.	0,7	0,49	12,6	0,19	6,27	34,9	0,025	след	0,0003	42,6
лет. меж	0,65	0,04	25,7	0,13	4,02	23,4	0,074	0,08	0,0005	35,1

Озеро Айское (карстового происхождения) также испытывает большую рекреационную нагрузку в летнее время. Поэтому в его воде-обнаружены нитраты и нитриты в количествах, близких к ПДК.

**В четвертой главе** рассматривается влияние активизации эндогенных процессов на химический состав подземных и поверхностных вод

Алтайское (Чуйское) землетрясение (ЗМ) произошло на юге Республики Алтай в конце сентября - начале октября 2003 г. Наблюдались многочисленные излияния (фонтанирования) водных и водно-грязевых масс по трещинам в долинах рек, зачастую с образованием гейзеров (Робертус, 2003), родников, озер. В целом в эпицентральной (30-60 км) зоне ЗМ в момент первого толчка наблюдалось интенсивное поднятие уровня подземных и поверхностных вод.

Проведёнными исследованиями установлено следующее:

- понизилось значение рН поверхностной воды в среднем на 1 ед.
- уменьшилось содержание хлоридов в среднем по исследованному району в 10-20 раз: 0,17 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Сгыроккель, п. Бельтир) против 2,5 мг/дм<sup>3</sup> и 0,24 мг/дм<sup>3</sup> (р. Чуя) против 4,8 мг/дм<sup>3</sup>;
- произошло резкое увеличение сульфатов в подземных водах особенно большое количество которых содержалось в воде, вышедшей на поверхность в результате землетрясения: от 120,07 мг/дм<sup>3</sup> (п. Ортолык) до 206,5 мг/дм<sup>3</sup> (п. Бельтир);

Следует отметить, что локальные повышения минерализации воды в родниках и малых реках при активизации эндогенных процессов сказывается на некотором изменении состава воды средних рек, но на минерализации и химическом составе воды Катуня они почти не отразились (табл. 10).

Активизация тектонического режима легче устанавливается в густо населенных районах. Так наблюдения в г. Горно-Алтайске последствия небольших землетрясений (с магнитудой 3,1-3,4) в предгорной зоне бассейна 18 и 26 февраля 2004 г. показали, что в подземных водах произошло локальное увеличение концентрации сульфатов с 8,5 мг/дм<sup>3</sup> (фон, усредненное значение) до максимального значения 86,4 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов с 4,9 мг/дм<sup>3</sup> до 25,5 мг/дм<sup>3</sup>. Повысилась концентрация растворенной в воде углекислоты до 84,48 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание метакремниевой кислоты увеличилось до 25,7-54,9 мг/дм<sup>3</sup>. Кроме того, за период наблюдений дважды менялся ее класс: с гидрокарбонатно-кальциевого на гидрокарбонатно-натриевый. Температура воды резко возросла с 7-9° до 37-48°С, а также резко возросло содержание радона в почве и воде.

По данным института курортологии вода из скважины в городе относится к термальным глубинным водам. Об этом свидетельствует наличие в их составе высоких концентраций кремния (до бальнеологических значений), бора, лития, фтора, также таких тяжелых металлов, как свинец (до 1 ПДК), кадмий (до 2 ПДК), цинк (до 0,3 ПДК), ртуть (до 0,3 ПДК), мышьяк, никель. В водах некоторых колонок определен уран в количестве 0,0024 и 0,00048 г/дм<sup>3</sup>.

Таблица 10.

**Химический состав воды некоторых водных объектов в районах эпицентров землетрясений**

Наименование объекта и дата отбора проб	рН	Жобш мг-кв/дм <sup>3</sup>	Содержание главных ионов, мг/дм <sup>3</sup>						Σ U мг/дм <sup>3</sup>
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	
р Ташантинка с Ташанта, 03 03 01	7,42	5,07	65,6	21,8	2,8	307	2,4	3,2	403
р Ташантинка с Ташанта, 10 02 04	7,94	12,3	52,1	117,6	22,2	506	193,0	26,3	917
Родник с Ташанта 10 02 04	8,06	9,2	38,5	88,5	33,5	348	180	38,8	727
Родник с Бельтир 10 02 04	8,10	4,41	39,5	29,7	26,0	256	51,4	6,2	409
Родник с Бельтир 11 10 03	7,43	4,08	14,6	40,7	5,6	192	52,1	2,9	308
Выход воды а/д Кош-Агач-Ташанта поворот с Тебелер, 10 02 04	8,14	7,23	68,7	47,4	22,7	54,9	193	118	505
оз Каменистое у с Кош-Агач, 11 10 03	7,97	4,5	9,9	48,6	15,6	223	67,2	2,6	367
оз Каменистое у с Кош-Агач, 21 06 03	7,76	3,48	35,4	20,8	23,3	214	57,6	7,1	358

## Выводы

Гидрохимические исследования на высокогорных озёрах Катунского хребта (Катунских Альп) в 30-х годах XX столетия и стационарные наблюдения за гидрохимическим режимом отдельных рек бассейна при всей их научной и практической важности не могли учесть различные особенности формирования и распределения химического состава подземных и поверхностных вод, свойственных горным территориям.

В результате пятилетних экспедиционных исследований гидрохимии рек, озёр, родников в разных высотных и орографических условиях, с различной степенью влияния активных эндогенных процессов и антропогенной нагрузки на бассейн, установлено следующее:

1. Природные условия формирования химического состава и минерализации воды в бассейне Катуни существенно различны даже в пределах одной высотной зоны и зависят от совокупности природно-климатических факторов, минерализации подземных вод питающих реки и озера. Поэтому химический состав и минерализация воды рек даже в одной высотной зоне имеет существенные различия, зависящие от минерализации питающих их подземных вод.
2. Активизация эндогенных процессов обуславливает увеличение минерализации воды и появления новых родников с более высокой минерализацией. Наибольшее изменение химического состава поверхностных и подземных вод происходят в районах эпицентров землетрясений
3. Гидрохимический состав подземных и поверхностных вод является чутким индикатором активизации тектонических процессов на территории Горного Алтая.
4. Влияние хозяйственной деятельности на качество вод сказывается во всех высотных зонах, но наиболее ощутимы ее негативные последствия в низкогорной, предгорной зонах и межгорных котловинах бассейна р. Катунь, где повышенная хозяйственная и селитебная нагрузка на бассейны рек и качественный состав их вод тесно связан с особенностью промышленно-хозяйственной деятельности.
5. Горные реки обладают большой трансформирующей способностью и даже в предгорной и низкогорной зонах, за редким исключением, остаются в хорошем или удовлетворительном гидроэкологическом состоянии.
6. Высокогорные озёра реагируют на трансграничный перенос загрязняющих веществ уменьшением водородного показателя. Пока озёра сохраняют высокое самоочищение. В средней и низкогорной зонах самоочищающая способность снижается и озёра постепенно

деградируют под влиянием хозяйственной деятельности, рекреации и других видов воздействия.

7. Современный уровень развития техники и производства породили качественно новый характер воздействия на окружающую среду, а именно его негативные последствия проявляются на значительных расстояниях от источников загрязнения, выражаются в многократном увеличении содержания химических элементов, в том числе токсичных веществ, приводят к резкому и быстрому изменению геохимических свойств водных объектов, что должно учитываться при их дальнейшем использовании и охране.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Авдюшкина Е.И., Большух Т.В., Семёнова И.В. Гидрохимия северо-запада Горного Алтая // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. Материалы V семинара молодых ученых вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. - Москва, 2004. - С. 9-15.
2. Большух Т.В. Формирование и антропогенная трансформация химического состава воды рек и озёр бассейна Катунь (Горный Алтай) // Эрозионные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. Материалы V семинара молодых ученых вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. - Москва, 2004. - С. 48-55.
3. Большух Т.В. Минерализация, химический состав воды озер и их изменение под влиянием антропогенных факторов на примере озер низкогорно-предгорной зон. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. - 7 с.
4. Большух Т.В., Семёнов В.А., Семёнова И.В. Гидрохимия водных объектов верхней части бассейна р. Катунь (Горный Алтай) // Геоэкология Алтае-Саянской горной страны. Ежегодный международный сборник научных статей. Выпуск 1. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. - С. 20-32.
5. Семенов В.А., Семенова И.В., Ушакова В.Г., Большух Т.В., Авдюшкина Е.И., Старыгин О.И. Гидрохимия и антропогенное изменение качества поверхностных вод в Горном Алтае // 6 Всероссийский гидрологический съезд. Санкт-Петербург, 28.09-01.10.2004. - С.109-110.
6. Семёнов В.А., Большух Т.В., Семёнова И.В. Гидролого-гидрохимическая характеристика водных объектов высокогорий бассейна р. Катунь (Горный Алтай) на пороге XXI века. Всероссийский гляциологический съезд. - Санкт Петербург, 2004. - 123 с.
7. Ушакова В.Г., Большух Т.В. Гидрохимические исследования объектов окружающей среды в зоне сейсмической активности в республике Алтай // Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики,

последствия. Материалы научно-практической конференции. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. - С. 102-104.

8. Ушакова В.Г., Большух Т.В. Гидрохимические исследования водных объектов в зоне сейсмической активности бассейна реки Катунь. Гидрогеологические предвестники Чуйского (Алтайского) землетрясения // Сопряженные задачи механики, информатики и экологии. Материалы Международной конференции 5-10 июля 2004. - Томск: ФГУП «Издательство ТГУ». - С. 234-235.

9. Ушакова В.Г., Тодожоква А.С., Старыгин О.И., Сырочева Л.В, Сальникова (Большух) Т.В. Изучение гидрохимического режима подземных и поверхностных вод Горного Алтая с целью оценки экологического состояния гидроресурсов региона // Состояние, освоение и проблемы экологии ландшафтов Алтая. - Горно-Алтайск, 1992. - С. 101.



**Подписано в печать 13.05.2005.**  
**Формат 60x84/16. Бумага офсетная.**  
**Печ. л. - и 5.**  
**Заказ № 93. Тираж 100 экз.**  
**Типография Горно-Алтайского**  
**государственного университета,**  
**649000 г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1**

12 JUN 2005

