

На правах рукописи



Авдюшкина Екатерина Ивановна

**ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНОВ РЕК БИИ
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ**

25.00.36- геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации
на соискании ученой степени
кандидата географических наук

Калуга - 2006

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

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор - Семёнов Вениамин Александрович

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор Земцов Валерий Алексеевич

кандидат геолого-минералогических наук, доцент Жмакин Евгений Яковлевич

Ведущая организация: Алтайский государственный университет (Барнаул)

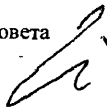
Защита состоится « 22 » декабря 2006 г. в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 212.085.01 по защите кандидатских диссертаций при Калужском государственном педагогическом университете им. К.Э. Циолковского по адресу: 248023, г. Калуга, ул. Степана Разина, 26, ауд.219.

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. Степана Разина, 26.

Автореферат разослан « 22 » ноября 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор биологических наук



А.Б. Стрельцов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Исследования гидрохимии озёр бассейна Телецкого озера, выполненные в 20-30-х годах прошлого столетия В.М. Дукельским (1928), О.А. Алёкиным (1931) и С.П. Лепневой (1933), продолженные в последующем В.В.Селегеем (1978), свидетельствуют об очень малой минерализации природных водоёмов на этой территории Горного Алтая. Об этом же свидетельствуют результаты сетевых гидрохимических наблюдений Гидрометеослужбы на реках, приведенные на картах О.А.Алёкина (1950) и в научно-справочной монографии «Ресурсы поверхностных вод СССР» т. 15, вып. 1 (1969).

Гидрохимические исследования, выполненные в последние годы на реках и водоёмах центральной и южной частях территории Горного Алтая В.А. Семеновым и В.Г. Ушаковой (2001), О.Г Савичевым и др.(2002), Т.В. Большух (2004, 2005), а также результаты наблюдений природоохранных организаций Минприроды РФ в Республике Алтай, свидетельствуют о том, что современная хозяйственная деятельность и активизация туризма существенно влияют на качество воды рек и водоёмов, ухудшают геоэкологические условия территории. Поскольку в условиях горных территорий непосредственные полевые геоэкологические исследования сопряжены с большими трудностями и финансовыми затратами, то гидрохимическая оценка состояния водных объектов, как интегральных показателей геоэкологического состояния территории их бассейнов, весьма актуальна.

Актуальность таких исследований на водных объектах бассейна р. Бия обусловлена ещё тем, что в нём находится уникальный водоём - Телецкое озеро, с самыми большими в Западной Сибири статическими запасами ультрапресной воды (более 40 км³), который в последние годы подвергается особенно большому рекреационному давлению, а бассейны рек северо-запада Горного Алтая (рр. Чарыш, Ануй, Песчаная) отличаются повышенной сельтебной и сельскохозяйственной нагрузкой. Кроме того, гидрохимия рек и водоёмов верхних, высокогорных и среднегорных частей бассейнов всех этих рек была изучена очень слабо.

Цель и задачи. Целью диссертационной работы является изучение особенностей пространственного распределения химического состава и суммарной минерализации поверхностных вод бассейна р. Бия и рек Северо-Западного Алтая и оценка их изменения под влиянием антропогенной нагрузки, как комплексных показателей геоэкологического состояния водных объектов исследуемой территории.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение географического распределения и сезонной динамики основных компонентов химического состава речных и озёрных вод бассейнов Бии, Чарыша, Ануя, Песчаной;
- пространственно-временной анализ распределения суммарной минерализации и химического состава воды рек по данным стационарных наблюдений на рассматриваемой территории Горного Алтая;
- исследование влияния седиментной, сельскохозяйственной и других видов антропогенных нагрузок на водные объекты бассейнов Бии и Северо-Западного Алтая.

Объекты исследования:

- реки бассейнов Бии, Чарыша, Ануя, Песчаной, формирующие ионный сток в высокогорных частях с естественных поверхностей водосборов, а в среднегорных и низкогорных с частично искаженных хозяйственной деятельностью бассейнов;
- Телецкое озеро и небольшие естественные водоёмы на высокогорных плато и в межгорных котловинах, как наиболее чувствительные объекты к воздействию хозяйственной деятельности и рекреационной нагрузке;
- естественные выходы подземных вод (родники), как природные объекты, оказывающие существенное влияние на химический состав и минерализацию поверхностных вод.

Предмет исследования - химический состав и минерализация поверхностных вод в естественных и антропогенно нарушенных условиях, пространственно- временные закономерности их изменения в реках и озёрах Горного Алтая.

Теоретическая основа исследования опирается на закономерности в распределении химических элементов, впервые выявленные при экспедиционных исследованиях на реках прителецкой части Алтая и Телецкого озера О.А. Алексиным и С.П. Лепнёвой в 30-х годах 20-го века, развитых в последующих работах О.А. Алекина, исследованиях А.М. Никанорова и других авторов, конкретизированных в материалах VI Всероссийского гидрологического съезда.

Методы исследования. В работе использован комплексный подход к оценке воздействия на окружающую среду, преимущественно на гидросферу любой хозяйственной или рекреационной деятельности человека. 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.)

При исследовании использованы современные физико-химические методы количественного химического анализа (инверсионная вольтамперометрия, спектрометрия, фотоколориметрия и т.д.), регламентируемые нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке для целей мониторинга и экологического контроля (РД, ПНД Ф, ГОСТ).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2000. Достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента, с определением уровня вероятности. Построение карт осуществлялось с помощью программы Arc View GIS 3.2.a.

Информационной базой послужили собственные данные, полученные в ходе экспедиционных исследований в период 2000-2005 гг., материалы стационарных гидрохимических наблюдений Росгидромета и результаты мониторинговых исследований, проводимых на базе аккредитованной Горно-Алтайской Республиканской химико-экологической лаборатории (РНИХЭЛ, аттестат аккредитации РОСС RU 0001.510063) Горно-Алтайского государственного университета по заданию Управления Природных ресурсов Министерства Природы Российской Федерации по Республике Алтай. Химическое загрязнение водных объектов в результате хозяйственной деятельности на их водосборах оценивалось по результатам собственных гидрохимических исследований, выполненных на базе РНИХЭЛ в период с 2000 по 2005 год..

Научная новизна работы. Впервые произведены оценки региональных особенностей пространственного (географического) распределения и количественных различий в распределении химического состава и суммарной минерализации воды рек в бассейнах Бии и Северо-Западного Алтая. Впервые дана характеристика трансформации химического состава воды рек под влиянием антропогенной нагрузки на территории этих бассейнов. Впервые произведена статистическая оценка временных изменений минерализации и химического состава воды рек за период наиболее интенсивного изменения климатических факторов и хозяйственной деятельности в конце XX–начале XXI столетий. Произведена оценка химического загрязнения Телецкого озера и впервые выявлена специфика природных различий химического состава воды малых озёр и его изменений под влиянием антропогенных факторов на рассматриваемой территории.

Практическая значимость. Результаты работы использованы в научно-практических мероприятиях при формировании современного экологического мышления студентов (специальные курсы, семинары, практикумы), используются для составления отчетов к изданию «Докладов о состоянии окружающей среды Республики Алтай» за 2000-2005 г.г. (отв. к.х.н. Ушакова В.Г.). Создана информационная база данных за многолетний период наблюдений за химическим составом воды рек и озёр исследуемой территории, которая обогащается графически и картографически, систематизируется статистически, что позволяет в комплексе рассматривать изменения экологической ситуации в регионе.

Апробация работы. Основные результаты исследования докладывались автором на V семинаре молодых ученых, объединяемых Межвузовским научно-координационным советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ им. М.В.Ломоносова, тема доклада «Гидрохимия рек северо-западной части Горного-Алтая» (г.Москва, 27-29 апреля 2004г.); VI Всероссийском гидрологическом съезде (секция 4 - экологическое состояние водных объектов, качество вод и научные основы их охраны), тема доклада «Гидрохимия и антропогенное изменение качества поверхностных вод в Горном Алтае» (г.С-Пб, 28.09.-01.10 2004 г.); II Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы географии», тема доклада «Гидрохимическая оценка состояния и пригодности для питьевого использования водных объектов бассейна р.Чулышман (территория Улаганского района)» (г.Горно-Алтайск, 29-30 марта 2005 г.); II Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук», тема доклада «Гидрохимия водных объектов верхней части бассейна р.Бия» (г. Томск 16-20 мая 2005 г.).

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты экспедиционных исследований показали, что природно-климатические условия территории Северо-Западного и Северо-Восточного Алтая обуславливают существенные различия в распределении минерализации воды по бассейнам рек;

2. Результаты статистического анализа пространственно-временных изменений суммарной минерализации и химического состава воды рек свидетельствуют о некоторых различиях в изменении содержания отдельных компонентов под влиянием антропогенно- климатических факторов в конце XX - начале XXI столетий;

3. Антропогенная обусловленность изменений минерализации и химического состава воды рек наиболее ощутима на реках Северо-Западного Алтая и в меньшей степени влияет на экологическое состояние р. Бия;

4. Увеличение рекреационной нагрузки сопровождается ростом химического загрязнения вод Телецкого озера, малые озёра бассейна Бия находятся в удовлетворительном экологическом состоянии, а сельскохозяйственная нагрузка на малые озёра межгорных котловин ускорила их эвтрофирование.

Структура и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы.

Основное содержание изложено на 130 страницах машинописного текста, иллюстрировано 11 рисунками и 31 таблицей. По теме исследования опубликовано 8 работ, в том числе в монографии «Алтай. Республика Алтай. Природно-ресурсный потенциал»

Во введении обосновывается актуальность проведенных исследований, формулируется цель и задачи исследования, его новизна, теоретическое и практическое значение.

В первой главе рассматриваются природные условия формирования химического состава вод, гидрохимическая изученность, методики исследований и хозяйственное использование территорий.

Также в этой главе рассмотрены подземные воды. Анализ литературного материала показал, что в геологическом строении Северо-Восточного Алтая преобладают докембрийские и палеозойские отложения. По зонам разломов поднимаются подземные воды, минерализация которых по анализам проб воды из родников, выполненных автором, 130-250 мг/дм³. Здесь наиболее густая сеть рек и озёр, особенно в бассейне р. Чулышман, в правобережной части которого выпадает около 1000 мм осадков (70% в тёплый период), а в левобережной от 300 до 800 мм.

Для Северо-Западного Алтая характерны карстовые воды. Они принимают наиболее участие в питании рек и озёр. В наиболее высокогорной части бассейна, в р.Чарыш впадают многоводные притоки, в питании которых участвуют снежники и небольшие ледники.

Стационарные гидрохимические наблюдения проводятся Гидрометслужбой с 60-х годов в 3 пунктах бассейна р. Бия, по одному на реках Чарыш, Ануй и Песчаная при выходе их из гор. Автором на исследуемой территории отобрано из рек, озёр и родников 200 проб воды в разные фазы водного режима и выполнен их анализ.

Таблица 1

Химический состав и минерализация вод р. Бия и некоторых её притоков в летнюю межень 2004-2005 гг., мг/дм³

Река и место отбора пробы	pH	Железо ммоль/дм ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	K ⁺ +Na ⁺	Минерализация
Бия, 1,5 км ниже истока	7,3	0,8	10,5	3,9	57,9	3,7	2,0	6,2	84,5
Чульча, устье	7,7	0,83	9,3	0,37	31,8	4,5	7,6	7,8	61,4
Чульшман, с. Балыкча	7,4	1,24	17,6	0,36	69,3	4,5	8,1	13,1	113
Иогач, с. Иогач	7,9	1,9	27,0	6,5	115,3	7,6	1,9	5,8	164,3
Тулгой, устье	7,6	1,8	18,7	11,2	112,8	5,0	6,4	6,2	160,4
Байгол, с. Байгол	7,9	1,7	20,0	9,0	106,2	7,6	2,5	6,1	151,5
Лебедь, ниже впадения р. Байгол	7,3	1,7	20,8	13,8	107,3	11,4	10,2	2,8	166,4
Лебедь, устье	7,7	2,0	14,5	16,4	134,0	6,3	9,6	11,5	192,4
Ульмень, устье	7,7	1,8	29,1	5,1	119,6	9,5	4,5	10,3	178,2
Ушпа, устье	7,8	3,3	36,4	16,0	208,4	6,3	3,8	12,5	283,3
Бия, с. Турочак	7,2	0,9	17,6	1,1	57,9	4,2	11,5	8,3	100
Бия с. Озеро Курево	7,7	1,45	18,7	6,3	120,8	6,3	3,2	17,7	173,2

Минерализация воды рек бассейнов Чарыша, Ануя и Песчаной в Северо-Западном Алтае отличается от рек бассейна Бия более высокими значениями, которые изменяются от 170 до 450 мг/дм³ (Рис.2), а на отдельных реках достигает 500-600 мг/дм³. Наибольшая минерализация воды в реках межгорной Канской котловины (рр.Кан, Кырлык, Ябоган) с повышенной долей подземного питания и сельскохозяйственной нагрузкой.

Результаты оценок минерализации и химического состава воды рек Северо-Западного Алтая в летнюю и зимнюю межень свидетельствуют о различном характере их изменения в бассейне р. Чарыш и бассейнах рр. Ануя и Песчаная. Большая водоносность р. Чарыш приводит к сохранению и даже понижению суммарной минерализации от пересечения Канской котловины до выхода на предгорную равнину, где она у с. Чарышское менее 200 мг/дм³ (Табл.2). На менее водоносных реках Ануя и Песчаная при пересечении низкорной и предгорной зон происходит увеличение суммарной минерализации от 250 мг/дм³ до 400-500 мг/дм³.

Анализ данных стационарных наблюдений за многолетний период показал, что минерализация воды рек Северо-Запада Горного Алтая подвержена большим колебаниям, чем бассейна Бии (Рис. 3,а).

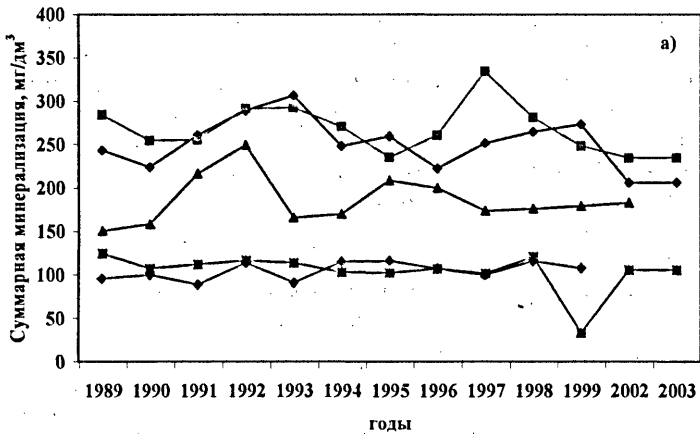
Из основных компонентов химического состава воды наибольшие колебания характерны для сульфатов (Рис. 3,б), а содержание в воде рек ионов HCO_3^- и Ca^{2+} , которые определяют тип их химического состава, практически не меняется. Рассчитанные значения коэффициентов корреляции между расходом воды в реках (Q) и содержанием в них главных ионов (C_i), приведенные в таблице 3. Данные свидетельствуют о наличии обратной зависимости суммарной минерализации от водности рек, которая возростала на реках Западного Алтая в последние годы XX - начале XXI века.

Таблица 3

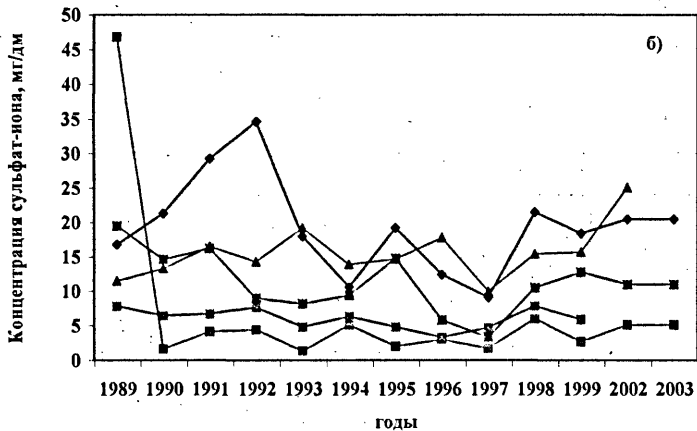
Значение коэффициента корреляции связи $C_i=f(Q)$ за различные периоды наблюдений для рек Северо-Западного Алтая и бассейна р.Бии

Период наблюдений	Объем выборки	Значение коэффициента корреляции				
		Ca^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	$\Sigma\text{У}$
р. Песчаная 1989-1994 г. 1995-2003 г.	40	-0,55	-0,61	0,29	-0,02	-0,52
	48	-0,71	-0,22	0,28	-0,07	-0,74
р. Ануй 1989-1994 г. 1995-2003 г.	38	-0,50	-0,60	0,30	-0,20	-0,50
	45	-0,36	-0,15	0,02	-0,21	-0,16
р. Чарыш 1989-1994 г. 1995-2002 г.	42	-0,46	-0,36	-0,20	-0,19	-0,37
	38	-0,61	-0,35	0,03	-0,21	-0,38
р. Бия 1962-1967 г. 1989-1994 г. 1995-2002 г.	33	-0,46	-0,47	-0,03	-0,27	-0,31
	51	0,05	0,005	-0,06	-0,1	0,03
	46	-0,51	-0,64	0,76	0,15	-0,26
р. Чулышман 1962-1972 г. 1985-1994 г. 1995-1999 г.	47	-0,56	-0,61	-0,25	-0,16	-0,59
	67	-0,53	-0,53	-0,42	0,07	-0,53
	35	-0,65	-0,7	-0,11	-0,41	-0,67

Уменьшение коэффициента корреляции на р. Ануй (Табл.3) в последний период можно объяснить активизацией хозяйственной деятельности в этом бассейне, а у р. Бия - тенденцией к снижению водности реки в рассматриваемый период. Хозяйственной деятельностью можно объяснить и положительные значения коэффициента корреляции между содержанием сульфатов и водностью рек Северо-Запада Горного Алтая.



◆ р.Песчаная ■ р.Ануй ▲ р.Чарыш ● р.Чулышман × р.Бия



◆ р.Песчаная ■ р.Ануй ▲ р.Чарыш ● р.Чулышман × р.Бия

Рис. 3. Изменения среднегодовой минерализации (а) и содержания сульфатов (б) в воде рек Песчаная, Ануй, Чарыш, Чулышман и Бия за 1989-2003гг.

В третьей главе дается характеристика изменения химического состава воды рек под влиянием селитебной и хозяйственной нагрузки на их бассейны

Реки Северо-Западного и Северо-Восточного Алтая являются источниками водоснабжения и орошения, а некоторые используются в горнодобывающей промышленности. В данным статистической отчетности с 1999 г. на рассматриваемой территории Республики Алтай происходит увеличение объемов потребления воды в сфере жилищно-коммунального хозяйства, а с 2001 г. увеличение объема используемой воды в сельском хозяйстве.

Для оценки влияния селитебной нагрузки на минерализацию и химический состав воды рек Чарыш и его притоков, рр. Кутергень, Каң, Кырлык, Сугаш, Кумир, а также рек Ануй, Песчаная и Улаган (приток р. Башкаус в бассейне Бии) производился отбор на химический анализ проб воды выше и ниже населенных пунктов (Табл. 4)

Таблица 4

Химический состав и минерализация речных вод рек в районе населенных пунктов в летнюю межень 2003–2004 гг., в мг/дм³

Река, пункт	рН	Жобц ммоль/дм ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃	Cl	SO ₄ ²⁻	K+Na	Минерализация
ПДК	6,0-9,0	6,0-8,0	180	50,0	Не норм	300	100	Не норм	1000
р. Чарыш, выше с. Усть-Каң	7,5	4,1	34,3	29,1	250,1	5,3	19,2	13,7	350
р. Чарыш, ниже с. Усть-Каң	7,1	4,36	42,7	27,1	298,9	8,9	19,2	29,27	410
р. Кутергень, выше с. Усть-Каң	7,12	3,53	46,9	14,6	214,0	3,6	9,6	6,3	294
р. Кутергень, ниже с. Усть-Каң	6,5	4,36	36,5	31,0	262,3	8,9	9,6	31,0	370
Р. Каң, выше с. Усть-Каң	7,78	5,97	78,1	25,2	427,0	12,1	19,2	44,5	607
р. Каң перед впадением в р. Чарыш	7,9	5,19	93,8	6,3	396,5	14,2	19,2	52,4	580
р. Сугаш, ниже с. Сугаш	7,8	4,42	9,8	34,2	275,0	2,7	19,2	11,5	380
р. Кырлык, ниже с. Кырлык	8,03	4,42	8,3	48,3	268,0	3,9	19,2	12,0	360
р. Песчаная, ниже с. Шаргайта	7,02	2,33	46,9	7,1	176,9	3,6	19,2	11,5	260
р. Песчаная, ниже с. Смыовка	7,7	6,0	83,3	24,0	372,1	7,1	10,5	7,9	505
р. Ануй, ниже п. Петропавловск	7,3	2,59	41,4	6,3	158,6	16,0	60,5	42,8	326

Результаты анализов летних проб воды рек бассейна Чарыша в районе с. Усть-Кан, приведенные в табл.4, свидетельствуют, что используемая для питьевого водопотребления вода рек Чарыш и Кутергень выше населенного пункта в летнюю межень имеет минерализацию воды 300- 350 мг/дм³, по составу гидрокарбонатно- кальциево-магниева, по водородному показателю нейтральная, жесткостью около 4 ммоль/дм³, т.е. средней жесткости.

Минерализация воды в р. Кутергень в приустьевой части, после протекания по населенному пункту, увеличивается на 70 мг/дм³ в основном за счёт увеличения содержания гидрокарбонат-иона, и существенно увеличивается мутность воды. Минерализация воды р. Чарыш ниже с. Усть-Кан возрастает на 60 мг/дм³ в основном за счёт увеличения содержания гидрокарбонатов и кальция. Однако причиной увеличения минерализации воды этой реки является не только загрязнение от населённого пункта. Повышенная минерализация воды впадающего притока р.Кан увеличивает минерализацию р.Чарыш. Некоторое увеличение минерализации воды ниже населённых пунктов отмечено на других притоках Чарыша и реках Ануй, Песчаная, Улаган, Башкаус. Необходимо отметить, что ниже всех обследованных населённых пунктов вода рек по химическому составу остаётся пригодной для питьевого водопотребления, а через несколько километров ниже по реке минерализация воды уменьшается.

Наряду с загрязнением от силитебных зон воды рек Северо-Западного Алтая подвержены загрязнению при сельскохозяйственном производстве. Химический анализ проб воды, отобранных в разные фазы гидрологического режима реки Чарыш на содержание в воде основных загрязняющих веществ показал, что в период половодья концентрация азотистых соединений возрастает. В частности наблюдается значительное увеличение в мае ионов аммония до 0,45 мг/дм³, а затем уменьшение к концу половодья до 0,36 мг/дм³. Концентрация нитрат-ионов в воде р.Чарыш наоборот увеличивается, к периоду окончания половодья до 0,62 мг/дм³ (Табл.5).

Таблица 5
Содержание загрязняющих веществ в воде р.Чарыш выше с.Усть-Кумир в период половодья и летне-осенней межени 2003 г.

Загрязнители	Концентрации по месяцам				
	V	VI	VII	VIII	XI
Аммоний, мг/дм ³	0,45	0,36	5,5	4,29	6,6
Нитриты, мг/дм ³	0,039	0,062	0,08	0,05	0,24
Нитраты, мг/дм ³	8,3	3,99	5,9	6,4	Следы
Фенолы, мг/дм ³	0,003	0,005	0,004	0,004	0,002
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,07	0,05	0,009	0,06	0,045
Медь, мкг/дм ³	22,4	11,4	8	12,9	10,6
Свинец, мкг/дм ³	3,0	Н.д.	0,42	0,45	0,48
Ртуть, мкг/дм ³	<0,02	<0,02	<0,02	0,025	<0,02

Содержание фенолов в воде р.Чарыш в районе с.Усть-Кумир в период половодья колеблется не значительно, содержание нефтепродуктов возрастает

до 0,07 мг/дм³, а тяжелых металлов уменьшается. Период летней межени сопровождается значительным увеличением содержания нитратов, ионов аммония, ионов ртути, свинца и незначительным увеличением остальных компонентов. После периода дождей происходит значительное разбавление вод, вследствие чего происходит уменьшение концентрации нитрат-ионов до следовых количеств, уменьшение содержания нитритов, аммония, фенолов нефтепродуктов, меди и ртути.

Наибольшее содержание минеральных форм азота в летнюю межень характерно для рек Ануй (Рис. 4), Песчаная, Кан, Кырлык, бассейны которых испытывают наибольшую сельскохозяйственную нагрузку (Табл.6).

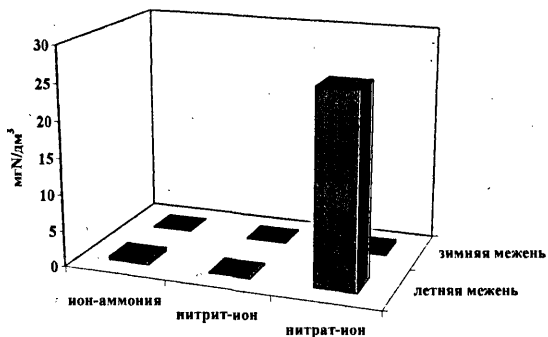


Рис. 4. Динамика изменения содержания минеральных форм азота в воде р. Ануй в период летней и зимней межени 2003-2004 г. г.

Таблица 6
Содержание минеральных форм азота в речных водах бассейна р. Чарыш, Песчаной и Ануй в период летней межени 2003 г., мг/дм

Место отбора пробы	NH ₄ ⁺ (N)	NO ₂ ⁻ (N)	NO ₃ ⁻ (N)
ЦДК	0,39	0,02	9,1
Р.Чарыш, выше с.Усть-Кан	0,11	0,04	4,29
Р.Чарыш, ниже с.Усть-Кан	0,14	0,04	2,64
Р.Кутергень, выше с.Усть-Кан	Н/об	Н/об	9,24
Р.Кан перед впадением в р.Чарыш	0,37	0,02	4,29
Р.Сугаш – ниже с. Сугаш	Н/об	0,04	1,98
Р.Кырлык, ниже с.Каярлык	0,16	0,01	2,31
Р.Песчаная, ниже с.Ширгайта	0,32	Н/об	6,6
Р.Песчаная, ниже с.Сычовка	0,04	0,028	6,6
Р.Ануй, ниже п.Петропавловского	0,46	0,06	26,4

В бассейне р. Бия наибольшее влияние на качество воды рек оказывает горнодобывающая промышленность, особенно предприятия золотодобывающей промышленности: ГУП «Прииск «Алтайский», ЗАО «Артель старателей «Горизонт», а в низкогорно-предгорной зоне – сельское хозяйство. Содержание основных загрязнителей в воде малых водотоков бассейна р. Бия, подверженных воздействию предприятий горнодобывающей промышленности, показано в таблице 7.

Таблица 7

Содержание основных загрязняющих веществ в воде малых рек бассейна Бии в 2003 г.

Загрязняющие компоненты	Максимальные концентрации загрязнителей, мг/дм ³			
	р. Ушша	р. Чулта	р. Андоба	р. Бол.Каурчак
Аммоний	3,1	0,93	3,6	0,23
Нитриты	0,24	0,08	0,64	0,06
Нитраты	19,7	4,65	6,9	4,95
Нефтепродукты	0,06	0,02	0,04	0,05
Фенолы	0,005	0,006	0,008	0,004
Фосфаты	0,53	0,46	0,85	0,02
БПК ₅	18,1	42,6	6,9	19,6
Ртуть, мкг/дм ³	0,06	0,06	0,17	0,08

Четвёртая глава посвящена химизму воды озёр и его изменению под влиянием антропогенной нагрузки.

Изучение химического состава воды Телецкого озера ведётся более 70 лет (Алекин, 1933, Лешнева, 1933, Селигей и Селигей, 1978) и в настоящее время ему уделяется внимание специалистами ИВЭП СО РАН, ведутся стационарные наблюдения Росгидрометом. Возрастающая рекреационная нагрузка на побережье и акваторию этого уникального водоёма обусловили необходимость выполнения автором оценки его загрязнения по имеющимся материалам и отбору проб воды на химический анализ из озера, малых водоёмов и подземных вод при экспедиционных исследованиях. Кроме того, в процессе выполнения работы были обследованы с отбором проб воды на химический анализ некоторые малые озёра Северо-Западного и Северо-Восточного Алтая.

В результате исследования установлено, что при мало меняющейся минерализации воды Телецкого озера (от 101 до 112 мг/дм³ на поверхности и от 115 до 124 мг/дм³ на глубине), в тёплый период года наблюдается значительное увеличение в воде загрязняющих её веществ.

Мониторинг, выполняемый организациям Минприроды по Республике Алтай, свидетельствует, что за последние годы с увеличением рекреационной нагрузки на Телецкое озеро, качества воды в нём ухудшается. Так в прибрежной

зоне турбазы «Золотое озеро» с 1999 по 2003 год содержание аммония возросло с 1,3 ПДК, до 2,4 ПДК, нитратного азота с 1,9 до 4 ПДК, а загрязнение воды нефтепродуктами с 5,8 до 42 ПДК; в 5 раз увеличился БПК.

По опубликованным за 2004 год данным АРИ «Экология» основными загрязнителями воды Телецкого озера являются нефтепродукты (до 36 ПДК), фенолы (до 7 ПДК), взвешенные вещества (до 20 фонов), азотистые соединения, тяжёлые металлы и др. Выполненные нами в летнюю межень того же года исследования свидетельствуют о меньшем количестве загрязнителей (Табл.8).

Таблица 8

Содержание загрязняющих веществ в водах Телецкого озера в летнюю межень 2004 г., мг/дм³

Место отбора проб	NH ₄ ⁺ (N)	NO ₂ ⁻ (N)	NO ₃ ⁻ (N)	PO ₄ ³⁻	Fe _{общ}	НП*	СПАВ	Фенолы
Выше с.Июгач	0,06	0,001	4,8	След	0,08	0,04	н/об	н/об
Пристань в с.Июгач	н/об	н/об	5,6	0,009	0,04	0,14	след	0,0005
С.Артыбаш, турбаза	н/об	н/об	3,3	0,001	0,06	0,01	н/об	0,0004
С.Артыбаш, вертолётная площадка	н/об	н/об	3,63	След	0,068	0,04	н/об	н/об
ПДК	0,39	0,02	9,1	0,2	0,3	0,05	0,5	0,001

*- нефтепродукты

Некоторые из тяжелых металлов имеют природное происхождение, обусловленное гидрохимическим составом воды рек питающих озеро, а также особенностями растительного покрова и металлогении его водосборного бассейна. Но загрязнение воды нефтепродуктами на всей акватории озера и в местах наибольшего скопления туристов повышенное содержание других загрязнителей свидетельствует об их антропогенном происхождении. В районе наиболее часто посещаемого туристами водопада Корбу содержание нитрат-ионов превышает ПДК в 6 раз. У с.Июгач тоже отмечено повышенное содержание нитра-ионов (2ПДК) и сульфат-иона (19,2 мг/дм³), что связано с антропогенным влиянием села.

Фосфаты присутствовали в воде озера в небольших количествах и были обнаружены в двух пунктах, у сёл Июгач и Артыбаш, с концентрацией 0,009 и 0,001 мг/дм³ соответственно. Поверхностно-активные вещества в воде озера не были обнаружены, а фенольные соединения присутствовали в воде в незначительных количествах (0,0004-0,0005 мг/дм³), либо совсем не обнаруживались.

Результаты анализа проб воды из источников подземных (родников, скважин) на побережье озера, занятом инфраструктурой туризма показал, что поступление в него загрязнителей (азотистых соединений) с подземным питанием водоёма возможно, но в небольшом количестве, так как они были обнаружены только в одном источнике из трёх (скважина в центре с. Артыбаш).

Анализ проб воды из малых водоёмов, расположенных на небольшом расстоянии от Телецкого озера и турбазы, но в охраняемой зоне, свидетельствует, что при регламентированном их использовании (рыбная ловля, купание) даже малые водоёмы могут сохраняться в хорошем экологическом состоянии.

Результаты анализов проб воды из 15 обследованных озёр на территории верхней части бассейна Бии (в бассейне р. Чулышман) показывают, что минерализация их воды существенно колеблется (от 60 до 300 мг/дм³) в зависимости от минерализации питающих их подземных вод, несколько больше чем у речных вод, но минерализация воды некоторых небольших термокарстовых озёр, не имеющих подземного питания, очень мала. Химический состав воды озёр аналогичен составу воды рек. Минимальное содержание в воде озёр сульфатов и хлоридов тоже соответствует природному содержанию этих ионов в водах рек питающих озёра, при чем амплитуда изменения природного содержания ионов меняется в небольших пределах: для Cl^- – 2,0-12,3 мг/дм³; для SO_4^{2-} – 2,1-25,9 мг/дм³.

Содержание загрязняющих компонентов в воде озёр бассейна р. Чулышман в летнюю межень было ничтожно мало. Химический состав воды большинства озёр соответствует требованиям рыбохозяйственного использования.

На территории Северо-Западного Алтая по сравнению с бассейном Бии небольшое количество озёр. Они расположены в межгорной Канской котловине и истоках некоторых рек (притоков р. Чарыш).

Наиболее интересным озером Канской межгорной котловины является бессточное озеро у с. Озерное, которое в последние годы ускоренно деградировало под влиянием потепления климата и антропогенной нагрузки (круглогодичный выпас скота, частичная распашка) на его бассейн. За короткий период, начиная с середины XX столетия, это озеро обмелело, берега заросли водолюбивой растительностью. Вода озера относится к гидрокарбонатной группе магниевого класса (Табл. 9).

Таблица 9

**Химический состав и минерализация воды озера в летнюю межень 2005 г.,
мг/дм³**

pH	Ж _{обш}	Ca ⁺	Mg ²⁺	K+Na	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	NH ₄ ⁺ (N)	NO ₂ ⁻ (N)	NO ₃ ⁻ (N)	M _{обш}
8,3	3,9	24,9	32,3	54,0	174,0	38,5	92,2	0,23	0,56	0,66	416,0

Концентрация нитрат-ионов превышает ПДК (0,02 мг/дм³) в 28 раз, значение водородного показателя находится в крайнем пределе ПДК (6,5-8,5) для данного компонента.

В несколько лучшем экологическом состоянии находятся пойменные озёра Канской котловины и водоёмы, получающие повышенное подземное питание.

Заключение

1. В соответствии с задачами были проведены экспедиционные исследования рек и озёр бассейнов Бии и Северо - Запада Горного Алтая с отбором 200 проб воды и выполнен их полевой и лабораторный анализ.

2. По результатам экспедиционных исследований и материалов стационарных наблюдений Росгидромета и Минприроды по Республике Алтай впервые произведены оценки количественных различий в распределении химического состава и суммарной минерализации воды в бассейнах рек Бии и Северо-Западного Алтая, дана характеристика трансформации химического состава и суммарной минерализации воды рек под влиянием антропогенной нагрузки на территории этих бассейнов. Впервые произведена статистическая оценка временных изменений минерализации и химического состава воды рек за период наиболее интенсивного изменения климатических факторов и хозяйственной деятельности в конце XX – начале XXI столетий. Выполнена оценка загрязнения воды Телецкого озера и его побережья наиболее часто посещаемого туристами, химического состава воды малых озёр и его изменения под действием антропогенных факторов на исследуемой территории.

3. Климатические, геологические и гидрогеологические условия территории Северо-Западного и Северо-Восточного Алтая обуславливают более значительные, чем было установлено ранее различия в минерализации воды рек, обусловленные, главным образом, различной минерализацией питающих их подземных вод, а также разным геоэкологическим состоянием территорий бассейнов рек Бии, Чарыша, Ануя и Песчаной.

4. В верхней части бассейна Бии (бассейн р. Чулышман и Телецкого озера), где большая часть территории занимает Алтайский заповедник, сохранились наиболее благоприятные природно-климатические и геоэкологические условия, поэтому минерализация воды рек колеблется в пределах их естественного изменения, от 60 до 250 мг/дм³, а локальное небольшое загрязнение их воды происходит только в районе отдельных населённых пунктов.

5. В нижней части бассейна Бии (до выхода реки из гор), несмотря на увеличение селитебной и хозяйственной нагрузки, тоже сохранились благоприятные геоэкологические условия территории, минерализация воды по длине рек несколько увеличивается, но обычно не превышает 300 мг/дм³. Загрязнение воды малых рек и ухудшение геоэкологических условий происходит, главным образом, в районах горнодобывающей промышленности.

6. Антропогенная обусловленность изменений минерализации и содержания основных компонентов химического состава воды рек наиболее ощутима на реках Северо-Западного Алтая, особенно в межгорных котловинах верхней части бассейна Чарыша, где большая селитебная и сельскохозяйственная (пастбищное животноводство, распашка земель) нагрузки, обусловила увеличение минерализации воды рек до 500-600 мг/дм³, а некоторые бессточные озёра перешли в дистрофное состояние.

7. Горная часть территории бассейна Чарыша ниже Каннской котловины, где несмотря на высокую плотность населения и его хозяйственной деятельности повышенная водоносность в реках обеспечивают их быстрое самоочищение, поэтому минерализация воды рек мала и геоэкологические условия территории почти не отличаются от природных.

8. На остальной части территории Северо-Западного Алтая увеличение сельскохозяйственной и селитебной нагрузки от среднегорий к низкогорьям обуславливает увеличение минерализации и загрязнения по длине рек Ануй и Песчаная, но и в этих реках до выхода их из гор минерализация воды не превышает 500 мг/дм³, а все показатели её качества не выходят за пределы допустимого загрязнения для питьевого использования.

9. Результаты статистического анализа пространственно-временных изменений минерализации и состава воды свидетельствуют о некоторой разнице в зависимости суммарной минерализации и содержания основных компонентов химического состава от стока Бии, её основного притока, реки Чулышман, и рек Северо-Запада Горного Алтая, что подтверждает наличие в бассейнах рек Чарыш, Ануй и Песчаная в конце XX - начале XXI столетий повышенной антропогенной нагрузки, а также различия в изменении

климатических факторов речного стока в Северо-Западном и Северо-Восточном Алтае.

10. Противоречивые результаты наблюдений за степенью загрязнения Телецкого озера обуславливают необходимость проведения комплексных исследований экологического состояния этого уникального водоёма, необходим более жёсткий контроль и регулирование рекреационной и хозяйственной нагрузки на озёра и реки при их хозяйственном и рекреационном использовании.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Авдюшкина Е.И. Химический состав и качество воды источников питьевого водоснабжения в верхней части бассейна реки Чарыш (Горный Алтай) / Е.И. Авдюшкина, В.А. Семенов, И.В. Семенова // Геозкология Алтае-Саянской горной страны. Ежегодный Международный сборник научных статей. Выпуск 1. - Горно-Алтайск, 2004.- С. 3-8.

2. Авдюшкина Е.И. Гидрохимия рек северо-западной части Горного Алтая / Е.И. Авдюшкина, В.А. Семенов, И.В. Семенова // Эрозийные, русловые процессы и проблемы гидроэкологии. Тез. докл. V семинара молодых ученых ВУЗов, объединяемых советом по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. - М.: географический факультет МГУ, 2004.- С.9-14.

3. Авдюшкина Е.И. Гидрохимия водных объектов верхней части бассейна р.Бия / Е.И. Авдюшкина, И.В. Семенова, В.А. Семенов // Тез. докл. II Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» (16-20 мая 2005 г. Томск, Россия). -Томск: ТПУ, 2005. -С. 126-128.

4. Авдюшкина Е.И. Гидрохимическая оценка состояния и пригодности для питьевого использования водных объектов бассейна р.Чулышман (территория Улаганского района) / Авдюшкина Е.И.// Актуальные проблемы географии. Материалы II межрегиональной научно-практической конференции (29-30 марта 2005 г. Горно-Алтайск). - Горно-Алтайск, 2005. -С.42-47.

5. Семенов В.А. Гидрохимия и антропогенное изменение качества поверхностных вод в Горном Алтае / В.А. Семенов, И.В. Семенова, В.Г. Ушакова, Т.В. Большух, Е.И. Авдюшкина, О.И. Старьгин // Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. - Санкт-Петербург, 2004.- С.109-110.

6. Большух Т.В. Гидрохимический состав воды озёр Улаганского района используемых для рыборазведения. / Т.В. Большух, Е.И. Авдюшкина //

Биоразнообразие и проблемы экологии Горного Алтая: прошлое, настоящее и будущее. Сборник научных статей. - Горно-Алтайск, 2005. – С.222-225.

7. Алтай. Республика Алтай. Природно-ресурсный потенциал. Монография. / А.М. Маринин, Г.Я. Барышников, Е.И. Авдюшкина и др. - Горно-Алтайск, 2005.- 336 с.

8. Семёнов В.А. Состояние и актуальные задачи гидрохимических исследований в Горном Алтае / В.А.Семёнов, Т.В. Большух, Е.И. Авдюшкина // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации «Взаимодействие атмосферных, гидрологических, литосферных и биосферных процессов Горного Алтая». -2006. №92, Октябрь.- С. 41-47.

**Подписано в печать 16.11.2006. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. – 1,5. Заказ № 110. Тираж 100 экз.**

**РИО Горно-Алтайского госуниверситета
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, д. 1**

**Отпечатано полиграфическим отделом
Горно-Алтайского госуниверситета,
649000 г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1**