

ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СО РАН  
АЛТАЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ КУЛЬТУРЫ И ИСКУССТВА  
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
АЛТАЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

# МИР НАУКИ, КУЛЬТУРЫ, ОБРАЗОВАНИЯ

Научный журнал  
Издается с 1998 года  
Выходит один раз в три месяца

№ 2 (14)

Май 2009

ISSN 1991-5497

Индекс в каталогах  
Роспечати 31043

*Главный редактор* А.В. Петров —  
доктор педагогических наук,  
профессор ГАГУ, член международного  
союза журналистов (г. Горно-Алтайск)

*Зам. главного редактора* А.И. Гурьев —  
доктор педагогических наук,  
профессор ГАГУ, член международного  
союза журналистов (г. Горно-Алтайск)

УЧРЕДИТЕЛЬ  
Редакция журнала «МНКО»

ИЗДАТЕЛИ:  
АлтГАКИ, ГАГУ, ИВЭП СО РАН,  
ЧИРПО, АлтГПА

АДРЕС РЕДАКЦИИ  
649000, г. Горно-Алтайск,  
ул. Ленкина, 1. Университет,  
редколлегия журнала  
«Мир науки, культуры, образования».

Тел.: 8 (388-22) 4-74-44  
Факс: 8 (388-22) 2-67-35  
e-mail: [psa@gasu.ru](mailto:psa@gasu.ru)  
<http://e-lib.gasu.ru/MNKO>  
<http://iwep.asu.ru>

Индекс научного цитирования:  
<http://elibrary.ru>

Журнал зарегистрирован:  
в Министерстве РФ по делам  
печати и телерадиокоммуникаций.  
Свидетельство о регистрации  
№ПИ 77-14649;  
в международном издательском  
центре Centre International de  
TISSN 20 rue Bachaumont  
75002 Paris France

Подписано в печать 04.05.2009.  
Формат 60x84/8. Усл.печ.л. 27,9.  
Тираж 500 экз. Зак. № 109

© Редакция журнала «Мир науки, культуры,  
образования», 2006

## НАУЧНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Ю.В. Табакаев** (*председатель совета*) — доктор философских наук,  
профессор, ректор ГАГУ (г. Горно-Алтайск)

**В.Г. Бабин** (зам. председателя совета) — кандидат исторических  
наук, проректор ГАГУ по научной работе (г. Горно-Алтайск)

**Ю.И. Винокуров** — доктор географических наук, профессор,  
директор института водных и экологических проблем СО РАН  
(г. Барнаул)

**А.С. Кондыков** — профессор, ректор АлтГАКИ (г. Барнаул)

**Ф.М. Клюев** — профессор, ректор ЧИРПОЦ (г. Челябинск)

**Ш.А. Амонашвили** — доктор психологических наук, профессор,  
академик РАО (г. Москва)

**А.В. Усова** — доктор педагогических наук, профессор, академик РАО  
(г. Челябинск)

**В.И. Загвязинский** — доктор педагогических наук, профессор, академик  
РАО (г. Тюмень)

**Д. Майкельсон** — доктор филологических наук, профессор (США)

**Ионеску Сербан** — доктор психологии, доктор медицины, профессор  
университета Париж 8 (Франция)

**Б.В. Новиков** — доктор философских наук, профессор (г. Киев, Украина)

**У. Грисволд** — доктор наук, профессор университета штата Канзас (США)

**М.С. Панин** — доктор биологических наук, профессор (Казахстан)

**Д.Л. Штуден** — доктор культурологии, профессор (г. Новосибирск)

## НАУЧНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Ю.В. Сенько** — академик РАО, доктор педагогических наук, профессор АГУ  
(г. Барнаул)

**П.И. Костенко** — доктор педагогических наук, профессор ЧИРПО  
(г. Челябинск)

**А.С. Прутченков** — доктор педагогических наук, профессор МГАППК  
(г. Москва)

**С.Д. Каракозов** — доктор педагогических наук, проректор АлтГПА (г. Барнаул)

**А.В. Пузанов** — доктор биологических наук, профессор ИВЭП СО РАН  
(г. Барнаул)

**Г.Л. Оленина** — кандидат педагогических наук, доцент АлтГАКИ (г. Барнаул)

**М.Г. Сухова** — кандидат географических наук, доцент ГАГУ  
(г. Горно-Алтайск)

**Н.С. Гребеникова** — кандидат филологических наук, профессор ГАГУ  
(г. Горно-Алтайск)

**С.Х. Марабян** (*ведущий менеджер журнала*) — член-корр. ПАНИ  
(г. Горно-Алтайск)

**М.А. Останина** (*редактор английской версии*) — преподаватель ГАГУ  
(г. Горно-Алтайск)

*На обложке использованы стихи Б. Бедюрова, Т. Маршаловой, П. Валери.*

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных  
сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности  
несут авторы публикуемых материалов.

## Содержание

<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКОВ ..... 87	<i>Л.В. Секретова</i>	СОЦИОКУЛЬТУРНАЯ МОДЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО ЭЛИТАРНОГО КЛУБА ..... 171
Г.С. САМОЙЛОВА	<i>Е.П. Маточкин</i>		
ЛАНДШАФТЫ ЭТНО-ПРИРОДНОГО ПАРКА «УЧ-ЭНМЕК» ..... 4	ИСКУССТВО АЛТАЙСКИХ ЧАБАНОВ ..... 90	<i>А.М. Якулов</i>	НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ КУЛЬТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ ..... 174
<i>М.В. Ключников</i>	ОФОРМЛЕНИЕ САКРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРОЗАИЧЕСКИХ ЖАНРАХ ФОЛЬКЛОРА ..... 93	<i>О.Г. Усанова</i>	МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБЩЕНИЯ ..... 178
ГОРНО-ЛЕСНЫЕ ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫЕ ПОЧВЫ ПАРКОВЫХ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ ..... 9	<i>А.А. Чертыкова</i>	<i>Е.В. Ивченко</i>	РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ ОТДЕЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ТВОРЧЕСТВА ..... 181
<i>А.В. Пузанов, Т.А. Рождественская, И.В. Горбачев</i>	ТИПОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МИРА ПОЭТОВ-СОВРЕМЕННИКОВ М. БАЙНОВА И Б. УКАЧИНА ..... 96	<i>Л.А. Закирова</i>	ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ..... 185
ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КОМПОНЕНТАХ ТЕХНОГЕННЫХ ОЗЕР РАЙОНА АЛТАЙСКОГО ГОКА ..... 11	<b>КУЛЬТУРОЛОГИЯ</b>	<i>О.И. Статирова</i>	МОДЕЛИРОВАНИЕ САМООБРАЗОВАНИЯ ПЕДАГОГОВ СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ..... 188
<i>Н.П. Белецкая, А.В. Пузанов, И.Н. Лиходумова, С.В. Бабошкина, И.В. Горбачев, Д.Н. Балыкин,</i>	<i>А.В. Смелякова</i>	<i>Р.В. Опарин</i>	ИСКУССТВОВЕДЕСКИЙ АСПЕКТ В КОНТЕКСТЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ..... 192
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВЫХ ВОД СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 13	<i>Л.С. Зорилова</i>	<i>В.Ю. Мелихов</i>	УЧЕТНАЯ ПОЛИТИКА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ ..... 195
<i>Е.И. Третьякова, А.Н. Эйрих, Т.С. Папина</i>	СТАНОВЛЕНИЕ ДУХОВНОГО МИРА ЛИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ ..... 106	<i>Н.Ю. Королева, Н.И. Рыжова</i>	ВИРТУАЛЬНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТУ КАК ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИКТ-НАСЫЩЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ..... 196
ОРИГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ РЕКИ ОБЬ ..... 17	<i>Е.И. Григорьева</i>	<i>Н.Б. Печатнова</i>	ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ УЧЕНИЯ В ВУЗЕ ВЫПУСКНИКОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ..... 200
<i>Д.М. Безматерных, О.Н. Жукова, Л.А. Долматова</i>	ВОЗРОЖДЕНИЕ НАРОДНОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ – МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ? ..... 107	<i>В.Н. Подковырова</i>	ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (ЦОР) ..... 202
СОСТАВ И СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ФАКТОРЫ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ..... 20	<i>Наваанзоч Х. Цэдэв</i>	<i>О.Н. Козел</i>	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ: СТРУКТУРА, СОСТАВЛЯЮЩИЕ, ФОРМИРОВАНИЕ ..... 204
<i>И.Н. Ротанова, В.Г. Ведухина, Ю.М. Цимбалей</i>	КОНСТАНТЫ «БОГ» И «РОДИТЕЛИ» В РУССКОЙ И МОНГОЛЬСКОЙ КУЛЬТУРЕ НА ПРИМЕРЕ ПОСЛОВИЦ И ПОГОВОРОК ..... 112	<i>Г.А. Бакланова</i>	СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ ..... 207
ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ..... 23	<i>Н.Ф. Хилько</i>	<i>Н.Ю. Королева, Д.П. Теес, А.В. Замяткина</i>	СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИКТ-НАСЫЩЕННОЙ СРЕДЫ ..... 209
<i>И.Д. Рыбкина,</i>	ФОРМИРОВАНИЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ПРАЗДНИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ СИБИРИ ..... 114	<i>Н.В. Медведев</i>	ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЛЕМЫЕ ПОДХОДЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ..... 212
РОЛЬ ГОРОДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ: ЗАДАЧИ ГОРОДСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ..... 26	<i>О.В. Перушина</i>	<i>Е.В. Дудышева</i>	МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА МЛАДШИХ КУРСАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАТИКА» В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ ..... 215
<i>Н.В. Стоянцева, Л.Н. Турдик</i>	«КУЛЬТУРНАЯ КАРТИНА МИРА» И «ЖИЗНЕННЫЙ МИР» В ФЕНОМЕНОЛОГИИ Э. ГУССЕРЛЯ ..... 118	<i>А.М. Родионов</i>	ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕННОСТЕЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА СРЕДСТВАМИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КОММУНИКАЦИИ ..... 219
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА В МАРГИНАЛЬНОЙ ЗОНЕ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ ЧАРЫШ) ..... 29	<i>П.Л. Волк</i>	<i>С.В. Шамина</i>	МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ БИОФИЗИКУ ..... 222
<i>А.Т. Зиновьев, К.Б. Кошелев,</i>	МЕГАТRENДЫ РОССИЙСКОЙ КУЛЬТУРЫ ..... 122	<i>С.Е. Соколов, О.А. Шамшикова</i>	ЦЕННОСТИ И ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ЛИЧНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ЕЕ НАРЦИССИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ..... 226
ЧИСЛЕННЫЙ ПРОГНОЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ЭВЕНКИЙСКОЙ ГЭС ..... 33	<i>Ж.К. Кениспаев</i>	<i>Л.В. Колченко</i>	МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ И ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ К ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ МОТИВАЦИОННОГО ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА ..... 231
<b>ФИЛОЛОГИЯ.</b>	ПИГМАЛИОН И ГАЛАТЕЯ: СОЗНАНИЕ И МИР ..... 125	<i>А.В. Петров, А.И. Гурьев, В.Г. Жданов</i>	РОЛЬ ПРИНЦИПА ПОЛИТЕХНИЗМА В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ..... 234
<b>ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ</b>	<b>ПЕДАГОГИКА.</b>		АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ..... 235
<i>Б.Р. Напцок</i>	<b>ПСИХОЛОГИЯ</b>		АННОТАЦИИ СТАТЕЙ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ ..... 236
ТИПОЛОГИЯ «ГОТИЧЕСКИХ» ОБРАЗОВ В РОМАНЕ КЛАРЫ РИВ «СТАРЫЙ АНГЛИЙСКИЙ БАРОН» ..... 36	<i>А.А. Темербекова</i>		ИНФОРМАЦИЯ ..... 240
<i>Н.В. Сайкова</i>	КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЯ ..... 128		
МЕТАТЕКСТОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НОСИТЕЛЕЙ ЯЗЫКА: ЛИНГВОПЕРОНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ..... 39	<i>Р.В. Опарин</i>		
<i>А.В. Малахова</i>	НЕПРЕРЫВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ..... 133		
МЕСТОИМЕНЕНИЯ КАК СРЕДСТВО АКТУАЛИЗАЦИИ КАТЕГОРИАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ ..... 43	<i>Н.В. Решетникова</i>		
<i>Д.А. Мартынкевич</i>	МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ШКОЛЕ ..... 136		
КАРТИНА МИРА РЕБЕНКА: МЕДИЙНЫЙ КОМПОНЕНТ ..... 46	<i>О.В. Головина</i>		
<i>О.Ю. Осьмухина</i>	СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ИСТОРИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА ..... 139		
«НАБОКОВ КАК ВОЛЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ...»: НАБОКОВСКИЙ РЕМИНИСЦЕНТНЫЙ СЛОЙ В РОССИЙСКОЙ ПРОЗЕ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ ..... 49	<i>А.А. Дудин</i>		
<i>Е.А. Юхмина</i>	ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ПАРКОВ КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА В УСЛОВИЯХ РЫНКА ..... 143		
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕРМИНЫ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ АССОЦИАТИВНОМ ДИСКУРСЕ ..... 53	<i>О.Г. Милашина</i>		
<i>Л.А. Гармажапова</i>	КОМПЛЕКС СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ, ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ С ТРЕВОЖНОСТЬЮ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ ..... 145		
РЕФЕРЕНТНОЕ И НЕРЕФЕРЕНТНОЕ УПОТРЕБЛЕНИЕ ЛИЧНЫХ МЕСТОИМЕННИЙ В РУССКОМ И БУРЯТСКОМ ЯЗЫКАХ ..... 56	<i>Казанцева Ю.В., Языкова И.Н.,</i>		
<i>Г.И. Исенбаева</i>	ЛИЧНОСТНОЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ (НА МАТЕРИАЛЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА) .. 148		
ЭВРИСТИКА РЕШЕНИЯ СМЫСЛОВОЙ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ «ВОСХОЖДЕНИЯ» («ЖИВОЕ» СОЗЕРЦАНИЕ И ЧУВСТВЕННОЕ ПОЗНАНИЕ) ..... 60	<i>Н.В. Козлякова</i>		
<i>И.А. Толмашов</i>	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНЫМ ИСКУССТВОМ (НА ПРИМЕРЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ВЫШИВКИ) ..... 151		
А.С. ПУШКИН В ТВОРЧЕСКОМ СОЗНАНИИ АНДРЕЯ БИТОВА (К ПОСТАНОВКЕ ПРОБЛЕМЫ) ..... 65	<i>И.Н. Бобровничий, Т.А. Тетерина,</i>		
<i>А.А. Трапезникова</i>	ВЛИЯНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ АДАПТАЦИЮ СЛЕДОВАТЕЛЕЙ ..... 155		
К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ЭРГОНИМОВ (НА МАТЕРИАЛЕ КОММЕРЧЕСКИХ НАИМЕНОВАНИЙ КРАСНОЯРСКА) ..... 68	<i>Л.А. Иванова, И.В. Григорьева</i>		
<i>Н.Ю. Смолина</i>	ПРОБЛЕМА СИСТЕМАТИЗАЦИИ НАУЧНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ ПЕДАГОГИКИ (НА ПРИМЕРЕ МЕДИАОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА) ..... 158		
ХРОНОТОП ГОРОДА В ПОЭМЕ А.БЛОКА «ВОЗМЕЗДИЕ» ..... 71	<i>А.В. Лажинцева</i>		
<i>И.Б. Казакова</i>	ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ К ИЗУЧЕНИЮ ИНФОРМАТИКИ ..... 165		
УИЛЬЯМ БЛЕЙК-НЕОПЛАТОНИК ..... 74	<i>П.В. Скулов</i>		
<i>А.Н. Гуменюк</i>	ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ ПЕДВУЗА УМЕНИЯ ПЛАНИРОВАТЬ УРОКИ ФИЗИКИ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПА ДИНАМИЧЕСКОГО БАЛАНСА ..... 168		
«КИРПИЧНЫЙ СТИЛЬ» И «ГОТИЗИРУЮЩИЙ ПРЕДМОДЕРН» В АРХИТЕКТУРЕ ОМСКА НАЧАЛА XX ВЕКА ..... 81			
<i>О.Н. Кузнецова</i>			
«ПОСТИСКУСТВО» И ПРОБЛЕМА ОТЧУЖДЕНИЯ ..... 84			
<i>Л.Ю. Алексеева</i>			
ОСОБЕННОСТИ АЛТАЙСКОГО СТЕКЛОДЕЛИЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XVIII – ПЕРВОЙ			

## Contents

<b>ECOLOGY</b>		
<i>Samoilova G.S.</i>	LANDSCAPES OF "UCH-ENMEK" ETHNONATURAL PARK .....	4
<i>Klyuchnikov M.V.</i>	MOUNTAIN-FOREST CHERNOZEM-LIKE SOILS OF PARK LARCH FORESTS IN CENTRAL ALTAI .....	9
<i>Puzanov A.V., Rozhdestvenskaya T.A., Gorbachev I.V.</i>	HEAVY METALS IN COMPONENTS OF TECHNOGENEOUS LAKES WITHIN ALTAI ORE-DRESSING AND PROCESSING ENTERPRISE ...	11
<i>Beletskaya N.P., Puzanov A.V., Likhodumova I.N., Baboshkina S.V., Gorbachev I.V., Balykin D.N.</i>	SOME SPECIAL FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION OF DRINKING WATER IN THE NORTH-KAZAKHSTAN OBLAST .....	13
<i>Tretyakova E.I., Eirich A.N., Papina T.S.</i>	ORGANIC MATTER IN ABIOTIC COMPONENTS OF OB RIVER .....	17
<i>Bezmaternykh D.M., Zhukova O.N., Dolmatova L.A.</i>	ZOOBENTHOS COMPOSITION AND STRUCTURE IN DIFFERENT-TYPE LAKES OF ALTAI KRAI STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONE INCLUDING FACTORS OF ZOOBENTHOS FORMATION. PART 1. GENERAL INFORMATION .....	20
<i>Rotanova I.N., Vedukhina V.G., Cimbalei Y.M.</i>	WATER-ECOLOGICAL MAPPING BASED ON GIS-TECHNOLOGY .....	23
<i>Rybkina I.D.</i>	THE ROLE OF THE CITIES IN THE ECOLOGICAL STATE OF ALTAI KRAI: ORIENTATIONS AND TASKS OF URBOECOLOGICAL POLICY .....	26
<i>Stoyashcheva N.V., Purdik L.N.</i>	PECULIARITIES OF ECOLOGICAL FRAMEWORK FORMATION IN MARGINAL ZONE (CHARYSH RIVER BASIN AS A CASE STUDY) .....	29
<i>Zinoviev A.T., Koshelev K.B.</i>	NUMERICAL PROGNOSIS OF WATER QUALITY IN THE EVENK RESERVOIR .....	33
<b>FILOLOGY.</b>		
<b>ARTS STADIES</b>		
<i>Naptsok B.R.</i>	THE TYPOLOGY OF "GOTHIC" IMAGES IN ROMANCE "THE OLD ENGLISH BARON" OF CLARA REEVE .....	36
<i>Saikova N.V.</i>	NATIVE SPEAKERS' METATEXTUAL ACTIVITY: LINGUISTIC PERSONOLOGY OUTLOOK .....	39
<i>Malakhova A.V.</i>	PRONOUNS AS A MEAN OF ACTUALISATION THE CATEGORICAL MEANING OF DETERMINATION .....	43
<i>Martynkevich D.A.</i>	CHILDREN'S WORLD VIEW: THE MEDIA COMPONENT .....	46
<i>Osmukhina O. Yu.</i>	"NABOKOV AS WILL AND AS REPRESENTATION...": NABOKOV'S REMINISCENTIAL LAYER IN RUSSIAN PROSE OF LAST YEARS .....	49
<i>Yukhmina E.A.</i>	COMPUTER TERMS IN THE MODERN RUSSIAN ASSOCIATIVE DISCOURSE .....	53
<i>Garmazhapova L.</i>	REFERENTIAL AND NON-REFERENTIAL USAGE OF THE PRONOUNS IN RUSSIAN AND BURYAT LANGUAGES .....	56
<i>Issenbaeva G.I.</i>	HEURISTICS OF THE SOLUTION OF THE SEMANTIC PROBLEM USING THE SYSTEM OF "ASCENSION" ("ALIVE" CONTEMPLATION AND SENSUAL COGNITION) .....	60
<i>Tolmashov I.A. A.S.</i>	PUSHKIN IN THE ARTISTIC MIND OF A. BITOV .....	65
<i>Trapeznikova A. A.</i>	REVIEWING THE PROBLEM OF BUSINESS NAMES CLASSIFICATION (BUSINESS NAMES OF KRASNOYARSK) .....	68
<i>Smolina N. Yu.</i>	THE CHRONOTOP OF THE CITY IN POEM "VENGEANCE" BY A.A. BLOCH .....	71
<i>Kazakova I.B.</i>	THE NEOPLATONIST WILLIAM BLAKE .....	74
<i>Gumenyuk A.N.</i>	"BRICK STYLE" AND "GOTHIC-STYLED PRE-MODERN STYLE" OF OMSK ARCHITECTURE IN THE BEGINNING OF THE XX CENTURY .....	81
<i>Kuznetsova O. N.</i>	"POSTART" AND THE PROBLEM OF ESTRANGEMENT .....	84
<i>Alekseeva L. Yu.</i>	FEATURES OF THE ALTAI GLASS MANUFACTURE IN THE SECOND HALF OF XVIII - THE FIRST HALF OF XIX THE CENTURIES .....	87
<i>Matochkin Ye. P.</i>	THE ART OF THE ALTAI SHEPHERDS .....	90
<i>Mihailova E.V.</i>	THE FORMING OF SACRED SPACE IN PROSAIC GENRES OF THE FOLKLORE .....	93
<i>Chertykova A.A.</i>	TYPOLOGY OF THE ART WORLD OF POETS - CONTEMPORARIES M. BAINOVA AND B. UKACHINA .....	96
<b>CULTUROLOGY</b>		
<i>Smelyakova A.V.</i>	ETHNO-CULTURAL HERITAGE AS VALUE: AXIOLOGICAL APPROACH. ....	102
<i>Zorilova L.S.</i>	FORMATION OF THE SPIRITUAL SPACE OF PERSONALITY IN THE MODERN RUSSIA .....	106
<i>Grigorjeva E.I.</i>	THE REVIVLE OF FOLK CULTURE - MYTH OR REALITY? .....	107
<i>Navaanzoch H.</i>	TSEDEV THE CONSTANTS "GOD" AND "PARENTS" IN RUSSIAN AND MONGOLIAN CULTURES ON EXAMPLE OF PROVERBS .....	112
<i>Hilko N.F.</i>	FORMATION OF TOLERANCE IN CONTEXT OF THE HOLIDAY CULTURE IN SIBERIA .....	114
<i>Pervushina O.V.</i>	THE "CULTURAL WORLD VIEW" AND THE "VITAL WORLD" IN THE E. GUSSERL'S PHENOMENOLOGY .....	118
<i>Volk P.L.</i>	MEGATRENDS IN RUSSIAN CULTURE .....	122
<i>Kenispavev G.K.</i>	PIGMALION AND GALATEA: THE CONSCIOUSNESS AND THE WORLD .....	125
<b>PEDAGOGICS.</b>		
<b>PSYCOLOGY</b>		
<i>Temerbekova A.A.</i>	THE CONCEPTUAL MODEL OF DEVELOPING TEACHERS' INFORMATIONAL COMPETENCE .....	128
<i>Oparin R.V.</i>	CONTINUOUS ECOLOGICAL EDUCATION AS PEDAGOGICAL SYSTEM .....	133
<i>Reshetnikova N.V.</i>	THE METHODIC SYSTEM OF SUCCESSION IN REALISATION OF APPLIED TREND IN MATHEMATICS EDUCATION AT SCHOOL .....	136
<i>Golovina O.V.</i>	STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL OF FORMATION OF HISTORICAL - MATHEMATICAL COMPETENCE OF THE STUDENTS OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY .....	139
<i>Dudin A. A.</i>	PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF WORK OF RECREATION PARKS IN CONDITIONS OF THE MARKET .....	143
<i>Milashina O.G.</i>	COMPLEX OF THE SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL PERSONAL CHARACTERISTICS ASSOCIATED WITH ANXIETY BY THE EXAMPLE OF THE HUMANITIES STUDENTS LEARNED AT THE FOURTH YEAR OF THE INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION .....	145
<i>Kazantseva J.V., Yazykova I.N.</i>	PERSONAL AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF FUTURE SPECIALIST IN HIGHER SCHOOL (USING THE MATERIAL OF FOREIGN LANGUAGE) .....	148
<i>Kozliakova N.V.</i>	CONDITIONS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF IS ART-CREATIVE ACTIVITY OF STUDENTS ON EMPLOYMENT BY ARTS AND CRAFTS. (ON AN EXAMPLE OF AN EMBROIDERY) .....	151
<i>Bobrovnich I.N., Teterina T.A.</i>	THE IMPACT OF THE COMMUNICATIVE CULTURE TO ADAPT THE PROFESSIONAL INVESTIGATORS .....	155
<i>Ivanova L.A., Grigorieva I.V.</i>	PROBLEM OF ORDERING OF SCIENTIFIC TERMINOLOGY OF PEDAGOGICS (ON AN EXAMPLE MEDIA EDUCATIONAL SPACE) .....	158
<i>Lajintseva A. V.</i>	FORMING OF PROFESSIONAL ATTITUDE OF UNDERGRADUATES OF INSTITUTES OF HIGHER EDUCATION TO THE STUDY OF INFORMATION SCIENCE .....	165
<i>Skulov P.V.</i>	THE FORMING OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS OF PHYSICS LESSONS PLANNING ABILITY WITH ALLOWANCE FOR THE DYNAMIC BALANCE PRINCIPLE .....	168
<i>Sekretova L.V.</i>	SOCIOCULTURAL MODEL OF MODERN ELITE'S CLUB .....	171
<i>Yakupov A.M.</i>	SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE PROBLEM OF SCHOOL STUDENTS' TRANSPORT CULTURE FORMATION .....	174
<i>Usanova O.G.</i>	THE MODEL OF FOUNDATION OF STUDENTS' COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE PROCESS OF PEDAGOGICAL INTERCOURSE .....	178
<i>Ivchenko E.V.</i>	RESULTS OF THE PEDAGOGICAL RESEARCH OF THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' OF DECORATIVELY-APPLIED CREATIVITY DEPARTMENT CREATIVE POTENTIAL .....	181
<i>Zakirova L.A.</i>	CONFORMITY TO NATURAL LAWS OF VOCATIONAL AND ECOLOGICAL EDUCATION SYSTEM .....	185
<i>Statirova O.I.</i>	MODEL-MAKING OF TEACHER'S SELF-EDUCATION BY MEANS OF INFORMATIONAL AND COMMUNICATIONAL TECHNOLOGIES IN THE RAISING THE SKILL'S LEVEL SYSTEM .....	188
<i>Oparin R.V.</i>	ASPECT OF ART CRITICISM IN THE CONTEXT OF CONTINUOUS ENVIRONMENTAL EDUCATION .....	192
<i>Melikhov V.J.</i>	THE REGISTRATION POLICY OF THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION .....	195
<i>Koroleva N.Y., Rizhova N.I.</i>	VIRTUAL ENVIRONMENT IN SUBJECT TEACHING AS INTERPRETATION OF METHODOLOGICAL TRAINING SYSTEM IN ICT-RICH LEARNING ENVIRONMENT .....	196
<i>Pechatnova N.B.</i>	PREDICTION OF SUCCESS LEARNING OF UNDERGRADUATES IN HIGH SCHOOL IN CONDITIONS OF TRANSFERING TO MATERIALS OF UNIQUE TEST STATE SECONDARY EXAM .....	200
<i>Podkovyrova V.N.</i>	FORMATION OF PROFESSIONAL PEDAGOGICAL COMPETENCE IN THE AREA OF DESIGNING OF DIGITAL EDUCATIONAL RECOURSES (DER). KOZEL O.N. CALCULATE COMPETENCE OF THE FUTURE COMPUTER SCIENCE'S TEACHER: STRUCTURE, COMPONENTS, FORMATION .....	202
<i>Baklanova G.A.</i>	THE STRUCTURE OF PROFESSIONAL INFORMATION COMPETENCE OF THE TEACHER OF PRIMARY SCHOOL .....	204
<i>Koroleva N.Y., Tevs D.P., Zamyatina A.V.</i>	COMPONENTS OF PORFESSIONAL READINESS OF INFORMATICS TEACHER TO THE ACTIVITIES IN THE ICT-RICH ENVIRONMENT .....	207
<i>Medvedenko N.V.</i>	MAIN SUITABLE APPROACHERS OF SPECIALISTS' PREPARING IN THE THEORY AND PRACTICE IN THE SPHERE OF VOCATIONAL TRAINING .....	209
<i>Dudyshcheva E.V.</i>	INTERDISCIPLINARY DESIGNING IN FIRST AND SECOND YEARS OF COMPUTER SCIENCES' PEDAGOGICAL HIGHER EDUCATION .....	212
<i>Rodionov A.M.</i>	THE VALUE FORMING OF FUTURE TEACHER'S SELF-REALIZATION BY THE MEANS OF ARTISTIC CONNECTION .....	215
<i>Shamina S.V.</i>	MONITORING THE DEVELOPMENT OF STUDENTS NATURAL SCIENTIFIC THINKINGS STUDYING BIOPHYSICS .....	219
<i>Sokolov S.E., Shamshikova O.A.</i>	PERSON'S VALUES AND VALUABLE ORIENTATIONS IN A RANGE OF ITS NARCISSISTIC DISPLAYS .....	222
<i>Kolchenko L.V.</i>	THE MODEL OF TEACHERS' ORGANIZATION AND PREPARATION TO INFORMATIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS AT SCHOOL .....	226
<i>Petrov A.V., Guryev A.I., Zhdanov V.G.</i>	ROLE OF PRINCIPLE POLYTECHNISM IN MODERN SYSTEM EDUCATIONS .....	234

# Раздел 1

## 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 631.4

*Г.С. Самойлова, канд. географ. наук, доц. МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

### ЛАНДШАФТЫ ЭТНО-ПРИРОДНОГО ПАРКА «УЧ-ЭНМЕК»

Этно-природные парки – один из видов ООПТ, получивший распространение в горах Южной Сибири. В качестве основы для дальнейшего рационального использования территории этно-природного парка «Уч-Энмек» составлена ландшафтная карта в масштабе 1:100000, отражающая пространственную организацию природно-территориальных комплексов. Содержательная часть легенды дана в описании комплексов разного ранга.

**Ключевые слова:** ландшафты, структура природно-территориальных комплексов, закономерности пространственной дифференциации.

Этно-природный парк «Уч-Энмек» расположен в Центральном-Алтайской физико-географической провинции Алтайской горной области Алтае-Саянской страны. Значительная часть его территории приурочена к долине р. Каракол (правому притоку р. Урсул). Она включает придолинные склоны и горные массивы северных отрогов Теректинского хребта до водоразделов: Каракол-Шибелик, Каракол – реки бассейна р. Ело (на западе) и до водораздела между бассейнами рек Каракол, Шибелик, Большой и Малый Ильгумень (на востоке). На юге значительная часть парка находится в высокогорьях Теректинского хребта с его вершиной Учмдек (2792,8 м) и захватывает его южный макросклон с бассейнами верховьев Черной и Большой Теректы. Площадь парка – 60551 га. Центральным стержнем орографического каркаса территории служит долина р. Каракол, разделяющая окружающие ее горные массивы на две части, отличающиеся по характеру расчленения, степени увлажнения и ландшафтной структуре. Западный массив, особенно в придолинной части более мелко расчленен, и его отроги в виде небольших останцовых гряд образуют своеобразные комплексы с элементами аридности в долинном ландшафте р. Каракола. Монолитность восточного массива нарушается крупными котловинообразными понижениями (логами), поверхность которых слабо наклонена в сторону долины р. Каракол. Средняя ширина логов 1-1,3 км, длина 2,5-3 км. Особенностью этих территорий является отсутствие в них постоянных водотоков (лога Саргобу, Алтын-Айры, лог к востоку от пос. Сатырла и др.). В западной части лога более короткие и узкие, поверхность многих из них вблизи склонов перекрыта делювиальными отложениями, ряд из них дренируются небольшими ручейками (Боочи и пр.). Более активное проявление здесь склоновых процессов позволяет предположить наличие тенденции поднятия западного блока по сравнению с восточным. К югу от долин рек Ак-Кем и Арыгем различия в характере среднегорного рельефа нивелируются.

В долинном ландшафте р. Каракол сосредоточено множество разнообразных сакральных памятников (культовых), являющихся местами поклонения, свершения обрядов. Каракольскую долину алтайцы считают священной. Древние курганные захоронения (Башадарский комплекс), каменные стелы, оградки, наскальные рисунки встречаются в основном в левобережной части долины, как и современные поселения (Бичекту-Бом, Боочи, Кулада). На правом берегу располагаются основные сельскохозяйственные угодья.

Высокая привлекательность присуща высокогорным ландшафтам Теректинского хребта, среди которых находится священная гора Уч-Энмек («Три Темени»). Она считается коренными народами «пуповиной Алтая, питающей его живительными энергиями Космоса и Земли». Высокое разнообразие природных комплексов привлекает в эти районы многочисленных туристов.

Составленная ландшафтная карта, отражающая пространственную дифференциацию природно-территориальных комплексов, позволит провести природно-хозяйственное районирование этой территории, обосновать выделение наиболее трансформированных геосистем в результате антропогенного воздействия, предложить меры по их рекультивации и более рациональному использованию, обозначить зоны рекреационного природопользования, разработать рекреационные маршруты с учетом адаптационных свойств различных типов комплексов к нагрузкам и составить схему ландшафтной приуроченности охраняемых объектов разного статуса.

Значительное разнообразие рельефа, большая амплитуда абсолютных высот (более 1800 м), обуславливающая изменение соотношений тепла и влаги с высотой, четко выраженная экспозиционность способствуют формированию на этой территории высотно-зональных комплексов (высокогорных, горно-лесных, лесостепных экспозиционного типа, горно-степных). Класс горных ландшафтов представлен: высокогорными

ми, высокогорно-среднегорными, среднегорными, горно-долинно-котловинными. Дальнейшая их дифференциация на роды связана со степенью эрозионного расчленения: резко и глубоко расчлененные, дробно расчлененные, пенепленизированные. Операционной единицей при картографировании служил вид ландшафта, представляющий собой совокупность индивидуальных ландшафтов, сходных по составу доминирующих в их морфологической структуре урочищ, обусловленных общностью генезиса, эволюции и функционирования [1]. Классификация ландшафтов нашла отражение в легенде «Ландшафтной карты этно-природного парка «Уч-Энмек», составленной в масштабе 1:100000 (рис.1).

#### **Высокогорные ландшафты (1900-2821)**

Высокогорные ландшафты на территории парка представлены двумя подтипами: гляциально-нивальными и тундровыми, состоящими из 5 видов ландшафтов. Континуальные позиции имеют альпийско-субальпийские луговые и субальпийско-редколесные комплексы, что позволило нам отнести их к подклассу высокогорно-среднегорных.

Ландшафты гляциально-нивальные высокогорий сформировались в центральной части Теректинского хребта (массив Учумдек и горы к юго-востоку от него), где высоко приподнятая в неоген-четвертичное время поверхность выравнивания подверглась воздействию древнего и современного оледенения и всей совокупности экзогенных процессов, свойственных высокогорьям. Господство нивационных, гравитационных процессов, а также интенсивное морозное выветривание привело к формированию гляциально-ниваальной морфоскульптуры, представленной острыми пиками, гребнями, карами, цирками, троговыми долинами, летующими снежниками, небольшими ледничками карового типа, которые можно рассматривать как природно-территориальные комплексы ранга сложных урочищ. Своеобразным пьедесталом для гляциально-ниваальных комплексов служит поверхность выравнивания, расположенная на высоте 2200-2300 м, распространенная к востоку и юго-востоку от массива Учумдек в верховьях рек Мажи и Байджера. Формирование структуры комплексов фациально-урочищного уровня здесь четко связано с криогенными процессами. Широко развиты каменные многоугольники, «каменные реки», котлы и пр. В местах сохранившихся моренных отложений по днищам троговых долин – бугристо-западинные комплексы с господством на них гигрофильной растительности.

Интенсивное глубокое расчленение, обилие скал и крупнолыбовых россыпей создают своеобразные условия для формирования растительных группировок. Преобладают накипные лишайники. Изредка встречаются дубравка альпийская, сосюра, дриада, ожика, из лишайников – аллектория, цетрария. В местах скопления мелкозема появляются более сомкнутые группировки, а по краю летующих снежников – фации луговин с представителями альпийской флоры (примулы, камнеломки, дриада, виола, аквилегия и др.).

Широко распространены лишайниковые и каменные тундры на склонах высокогорных хребтов в верховьях рек Каракол, Мажи, Арыгем, Аккем. На поверхностях выравнивания в междуручье рек Черной Терехты и Мажи, а также рек Байджалы, Каракола и Бол. Терехты на маломощном суглинисто-щебнистом элювии, элюво-делювии преобладают мохово-лишайниковые, кустарниково-моховые тундры на горно-тундровых почвах. Здесь нередки выходы коренных пород, обильны разнообразные криогенные формы микрорельефа, особенно пятнистые тундры, каменные котлы и пр. Среди почв преобладают автоморфные варианты горно-тундровых почв. Под щебнисто-лишайниковыми тундрами преимущественно господствуют горно-тундровые примитивные почвы, под мохо-

во-лишайниковыми и кустарниково-лишайниково-моховыми – перегнойные или торфянистые варианты горно-тундровых почв, для которых характерно «сухое торфонакопление». Эта особенность связана с относительно высокими температурами в дневные часы летом, что способствует быстрому просушиванию почв, а низкие ночные температуры не создают необходимых условий для жизнедеятельности микроорганизмов, следовательно, и для процессов гумификации [2]. При значительном участии в тундрах травянистой растительности, встречающейся небольшими пятнами среди ерников или в местах с относительно мощным щебнисто-суглинистым покровом, развиты горно-тундровые дерновые почвы.

На пологих склонах высокогорных хребтов, по склонам и нередко по днищам трогообразных долин прослеживается широкое распространение урочищ с ерниковыми тундрами. Из кустарников преобладают карликовая березка (*Betula rotundifolia*), ивы (*Salix krylovi*, *S. arbuscula*, *S. glauca*) [3]. Высота кустарников четко коррелирует с мощностью снежного покрова и колеблется от 0,3-0,4 м до 1 м и выше. По мезопонижениям, где скапливается больше мелкозема, появляются фации с пушицево-осоковым, осоково-моховым покровом, развитым на торфянисто-глеевых, торфяно-перегнойно-глеевых почвах (гидроморфный ряд горно-тундровых почв), иногда подстилаемых мерзлыми грунтами. Сплошное распространение ерников отмечается на крутых склонах массива г. Ак-Кем с высоты 2000-2300 м, на поверхностях выравнивания в верховьях рек Черной и Бол. Терехты, Мал. Ильгуменя, где содоминантами на отдельных участках выступают осоково-моховые заболоченные понижения.

#### **Высокогорно-среднегорные ландшафты (1750-2000 м)**

Красочность высокогорьям и высоким среднегорьям (с высоты 1700 м) придают ландшафты с альпийскими и субальпийскими лугами, приуроченные, главным образом, к относительно «теплым» и снежным склонам или к хорошо дренируемым поверхностям выравнивания. Годовое количество осадков здесь больше, чем в тундре и преобладает жидкая их составляющая. Продолжительность вегетационного периода колеблется от 80 до 100 дней. Температуры июля невысокие (8-9°C), но в отдельные дни жара может достигать 23-26°C и дневная амплитуда температур в этот период увеличивается до 40°C.

Достаточно большое увлажнение благоприятствует при нарушении сплошности растительного покрова проявлению таких криогенных процессов как солифлюкция, в результате которой поверхности склонов имеют своеобразный фестончатый рисунок. Аналогичная картина наблюдается и в луговой тундре. Травостой альпийских лугов отличается присутствием большого количества ярких цветов. Наиболее обычны водосбор железистый, купальница, анемона, горчавка, лютик, фиалка алтайская, кровохлебка альпийская, несколько реже – манжетка, шульция и пр. Из злаков чаще всего встречается душистый колосок и овсяница Крылова. Много разных видов осок [4]. Под низкотравными альпийскими лугами формируются горно-луговые альпийские почвы. Мощность органического горизонта в них коррелирует с мезоформами рельефа и колеблется от 10 до 20 см. Нередко содоминантами в альпийско-луговых комплексах выступают луговые, кустарниковые тундры.

Переходный характер имеют субальпийские луговые ландшафты, представляющие собой типичные континуальные системы между высокогорным и горно-лесным поясом. В составе растительного покрова появляются типично лесные виды. В целом преобладает высокотравье из дягиля и борщевика, высота которых иногда превышает 2 м. Обычны мара-

лий корень, горькуша, синюха, живокость, чемерица и др. Характерно небольшое количество злаков и осок. Почвы горно-луговые субальпийские, которым свойственна выщелоченность профиля и отсутствие признаков оподзоленности. Мозаичность пространственной дифференциации этих комплексов создает большие сложности при их картографировании. Латеральные потоки склонов способствуют проникновению субальпийских лугов в горно-лесные геосистемы, где они на верхнем пределе распространения древесной растительности являются составным элементом лесных редколесий. Следует заметить, что сплошного пояса альпийско-субальпийские луговые ландшафты в этом районе не образуют и встречаются довольно фрагментарно, особенно на северном макросклоне Теректинского хребта и лишь на его южных склонах они распространены довольно широко, чаще в верховьях долин рек Таловка, Еловка и пр. (бассейн р. Терехты).

Четкой границы между альпийско-субальпийско-луговыми комплексами и субальпийским редколесьем практически не существует, как выше было указано, субальпийские луга являются структурной составляющей комплексов редколесий. Изменяется (но очень незначительно) состав видов травянистого покрова, появляются представители лесных формаций. Среди древесных пород преобладает кедр, но на северном склоне Теректинского хребта изредка появляется лиственница. Деревья растут небольшими группами. Много одиночных экземпляров. У верхнего предела распространения они нередко приобретают «флаговую» форму. Почвенный покров довольно разнообразный: сочетание горно-луговых субальпийских и горно-лесных бурых слабо оподзоленных почв.

#### **Среднегорные ландшафты**

*Горно-лесные ландшафты (до 1800-1900 м).* Более половины площади территории парка занимают горно-лесные ландшафты. В южной части бассейна р. Каракол они представлены лиственнично-кедровыми, кедрово-лиственничными, елово-кедрово-лиственничными лесами, произрастающими на крутосклонных глубокорасчлененных среднегорьях на горно-лесных бурых почвах. Вблизи верхней границы лесов ерниковые тундры спускаются по ложбинообразным понижениям вниз по склонам, т.е. происходит инверсия растительных группировок, что очень характерно практически для всего северного макросклона Теректинского хребта. В наземном покрове горных лесов обильны кустарнички, зеленые мхи. По склонам долины р. Черная Терехта преобладают кустарниково-травяные ассоциации.

В бассейне р. Каракол встречаются небольшие массивы чистых кедровых лесов с подлеском из спиреи, жимолости, смородины. В травостое встречается вейник, овсец, регнерия, но преобладают представители разнотравья.

На полого-покатых склонах к югу от р. Арыгем на шлейфах среднегорий вблизи нижнего течения р. Мултур содоминантами лесов выступают лесные луга (елани), встречающиеся в виде небольших полей. Травянистый покров на них отличается высотой, разнообразием видов и высоким проективным покрытием. Здесь обычны бодяк разнолистный, борщевик, дудник лесной, чемерица белая, дельфиниум, вейник, ежа сборная, волоснец даурский, мятлик, много бобовых. Под ними развиваются относительно мощные, сильно выщелоченные, часто хорошо оструктуренные горно-луговые почвы.

В средней и северной частях бассейна на крутосклонных глубокорасчлененных и покатосклонных среднегорьях господствуют лиственничные травяные, кустарниковые, березово-лиственничные нередко с примесью кедра, реже ели, травяно-зеленомощные, кустарниковые леса на горно-лесных бурых (типичных) местами глееватых почвах. В виде небольших мас-

сивов встречаются лиственничные леса паркового типа (бассейн р. Арыгем) на горно-лесных черноземовидных почвах. В ряде мест парковые лиственничники приурочены к выходам карбонатных пород. Здесь подлесок отсутствует или слабо развит. В травяном покрове из злаков распространены: вейник, ежа сборная, овес пушистый, лисохвост луговой, мятлик сибирский и др. Разнотравье представлено: *Aquilegia sibirica*, *Polemonium coeruleum*, *Galium verum*, *Alchimilla vulgaris*, *Vicia scassa* и пр. Территория этих комплексов активно используется под пастбища и сенокосы.

Под березовыми и лиственнично-березовыми лесами, приуроченными к дробно расчлененному среднегорью, формируются горно-лесные темно-серые почвы. Среди лесов много луговых полей, часто закустаренных.

*Лесостепные ландшафты экспозиционного типа (до 1600-1700 м).* Этот тип горных комплексов широко распространен в северной половине территории природного парка, особенно к западу от долины р. Каракол. В правобережной части парка лесостепи более фрагментарны и тяготеют к массивам с дробно расчлененным рельефом, где более отчетливо выражена экспозиционная контрастность мезорельефа. Крутым склонам южных экспозиций свойственны скально-осыпные комплексы, широкое развитие щебнистых склоновых отложений, щебнисто-суглинистых шлейфов и конусов выноса, на которых формируются комплексы аридного типа. В растительном покрове здесь доминируют полынно-злаковые и типчакво-ковыльные сухие степи. Почвы каштановые, южные черноземы маломощные. Выше по склонам господствуют кустарниково-злаковые степи и их петрофитные варианты на горно-степных маломощных почвах. Много кустарников, образующих большие куртины и сплошные полосы зарослей. Обычны караганы, спирея, барбарис, кизильник и пр. Нередко выше по склонам появляются участки настоящих и луговых степей на обыкновенных и выщелоченных черноземах.

По склонам северных экспозиций развиты лиственничные, березово-лиственничные леса на горно-лесных, местами темно-серых почвах. В хорошо развитом травянистом покрове преобладают *Calamagrostis obtusa*, *Aconitum barbatum*, *Elymus albiflorum* и др. В нижних частях склонов обильны кустарники (карагана, курильский чай и пр.). Лесостепные ландшафты активно используются под выпас. Растительность территорий вблизи поселков значительно трансформирована, и продуктивность пастбищ значительно снижена.

*Горно-степные ландшафты.* Они приурочены, главным образом, к склонам южной экспозиции крутосклонных массивов среднегорий. Для поверхностей склонов характерно чередование участков скально-осыпных и задернованных. В растительном покрове, особенно нижних частей склонов господствуют кустарниковые формации и их петрофитные варианты. Обильны караганы, шиповник, барбарис, таволга. Среди разнотравья встречается смолевка, степная гвоздика, скерда тонколистная, качим, полынь; из злаков – овсяница, пырей, тонконог и др. В местах скопления мелкозема и мелкощебнистого делювия появляются более влаголюбивые виды, нередко образующие сплошной аспект: зизифора, змееголовник, тимьян, луки, лапчатка двулопастная, полынь холодная. Почвы на таких участках горно-степные маломощные. В верхних частях склонов распространение получают луговые степи на горно-степных черноземовидных почвах. В травянистом покрове значительную роль играют злаки: вейник шилоцветный, волоснец сибирский, мятлик степной. Появляется ковыль и режа – осока стоповидная. Видовой состав кустарников мало меняется, но они становятся значительно крупнее и сомкнутее.

### *Долины рек и котловинообразные понижения*

Долины рек на территории парка представлены эрозионными и эрозионно-аккумулятивными вариантами. Основные реки района Каракол и его притоки принадлежат бассейну р. Урсула. Лишь на юге – реки Большая Теректа и Черная Теректа, относятся к бассейну р. Теректы, впадающей в р. Катунь. Для долин рек Каракола, Урсула характерно развитие комплекса низких террас, представленных поймами низкого, среднего, высокого уровня и 1-й надпойменной террасой, встречающейся фрагментарно. Ее поверхность отличается выравненностью и хорошей дренированностью. Вблизи коренных склонов, ее обрамляющих, она перекрыта отложениями шлейфов и конусов выноса. Сама терраса сложена аллювиальными песчано-суглинисто-галечниковыми, валунно-галечниковыми отложениями. Растительный покров представлен разнотравно-злаковыми и ковыльно-разнотравными степями на черноземах обыкновенных, сухими степями (ковыльно-лапчатко-полынными) на черноземах южных и темно-каштановых почвах. Территория испытывает наибольшую степень антропогенного воздействия. Здесь расположены поселки, проложены дороги. Часть земель распахана, но значительные территории используются и под пастбища, продуктивность которых резко снижена из-за перевыпаса.

Для поймы низкого и частично среднего уровня характерны многочисленные протоки, высокая степень заболоченности и закустаренности. Ландшафты представлены злаково-разнотравно-осоковыми и осоково-щучковыми лугами. Кустарниковый ярус представлен курильским чаем, ивой сибирской и др. Преобладают аллювиальные дерновые глеевые, перегнойно-торфянисто-глеевые почвы. Более распространена пойма среднего и высокого уровня, и порой провести границу с комплексами 1-й надпойменной террасы бывает затруднительно. Поверхность достаточно ровная и лишь на контакте с коренными склонами слабо наклонная. Растительность представлена разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальных луговых слабо-глееватых почвах. Территория используется в основном как сенокосное угодье, но местами на участках пастбищ растительный покров сильно трансформирован.

Долины «малых» рек (притоков р. Каракола и др.), как правило, узкие, пойменные с фрагментами низких валунно-галечниковых террас, в верховьях V-образные с мелколиственно-еловыми, лиственнично-еловыми лесами, участками высоко-травных лугов, кустарниковых зарослей на аллювиальных перегнойно-глеевых почвах.

В высокогорных ландшафтах Теректинского хребта встречаются троговые долины, на днищах которых моренные отложения представлены суглинисто-валунными образованиями, задернованными альпийскими луговинами и травянистыми тундрами. Нередко среди лиственнично-кедрового, кедрового редколесья здесь встречаются представители субальпикки, но большая часть троговых долин безлесна и занята ерниковыми тундрами. Своеобразие этим комплексам придают цепочки моренно-подпрудных озер (выше 2100 м в долине рек Мажи и Каракола). Почвенный покров довольно пестрый: от буроземов до горно-тундровых дерновых и сухоторфянистых (грубогумусовых).

Уникальными образованиями в бассейне р. Каракол и Урсула являются котловинообразные понижения, устьевые части которых открываются к террасам этих рек. Ширина понижений, как выше было указано, колеблется от 500 м до 2,5 км, длина – 1-3 км. Самой длинной является Куратинская «котловина», протяженностью 5 км при средней ширине 1,5 км. Растительный и почвенный покров разнообразны. В Каракольско-Урсульском межгорном понижении, а также в логгах вблизи

нижнего течения р. Каракол господствуют мелкодерновинно-злаковые, полынно-лапчатковые сухие степи на темно-каштановых почвах, местами южных черноземах. Что касается Урсульско-Каракольского понижения, то его в генетическом аспекте можно рассматривать как фрагмент высокой террасы р. Урсула, распространенной вблизи пос. Тузкта. Вся территория активно используется под выпас.

Ряд логов у пос. Боочи, Кулада и на тех же широтах, но по правобережью р. Каракол заняты разнотравно-ковыльно-злаковыми степями на черноземах обыкновенных в сочетании с мелкодерновинно-злаковыми комплексами на черноземах южных. Наиболее мезофильная растительность (луговые степи) на черноземах выщелоченных в сочетании с лесными перелесками (березовыми, лиственнично-березовыми) и остепненными лугами встречается в «верховьях» таких понижений, как урочище Кулада, Карасу и к юго-западу от пос. Тузкта. Земли используются частично под распашку, но в основном под сенокосы и пастбища.

В результате исследований и анализа территории были сделаны следующие выводы.

1. Ландшафты этно-природного парка Уч-Энмек отличаются большим разнообразием. Их пространственная дифференциация обусловлена разнообразием рельефа, большой амплитудой абсолютных высот (890-2821 м), предопределивших изменение соотношения тепла и влаги с высотой, разнотравной экспозиционностью и неоднородностью литогенной основы.

2. Территория парка находится в Центрально-Алтайской провинции Горного Алтая и относится к классу горных ландшафтов. В ее пределах наибольшее распространение имеют среднегорные подклассы ландшафтов, на юге значительные площади заняты высокогорными, а в центральной части парка встречаются континуальные высокогорно-среднегорные комплексы.

3. Среди типов ландшафтов представлены горно-лесные, высокогорные, лесостепные экспозиционного типа и степные. Наибольшее разнообразие видов ландшафтов свойственно горно-лесным и высокогорным.

4. Своеобразие и привлекательность природе парка придают гляциально-нивальные комплексы осевой части Теректинского хребта, возвышающиеся над пенепленизированной поверхностью с каменисто-лишайниковыми, лишайниково-моховыми, кустарниковыми, луговыми тундрами и красочными альпийскими лугами.

5. Дробная расчлененность рельефа благоприятствует распространению лесостепной растительности экспозиционного типа, причем степные комплексы чаще всего представлены ксерофитными вариантами.

6. В долинах рек Урсула, Каракола распространены на надпойменной террасе и в котловинообразных понижениях (логгах) мелкодерновинно-злаковые и лапчатково-полынные сухие степи, на темно-каштановых почвах – комплексы, типичные для более южных районов Горного Алтая.

7. Тенденции к трансформации природно-территориальных комплексов отмечаются вблизи поселков, на участках пастбищ, нарушенных первыпасом скота. Визуальным их проявлением служит изменение характера растительного покрова: на альпийских лугах – смена высокотравья низкотравными манжетковыми ассоциациями, а в степях – появление большого количества рудеральных видов в составе травостоя.

8. Организация парка будет способствовать сохранению типичных и уникальных природных комплексов, сакральных памятников в естественном состоянии, а в зоне хозяйственного использования – более рациональному их использованию.

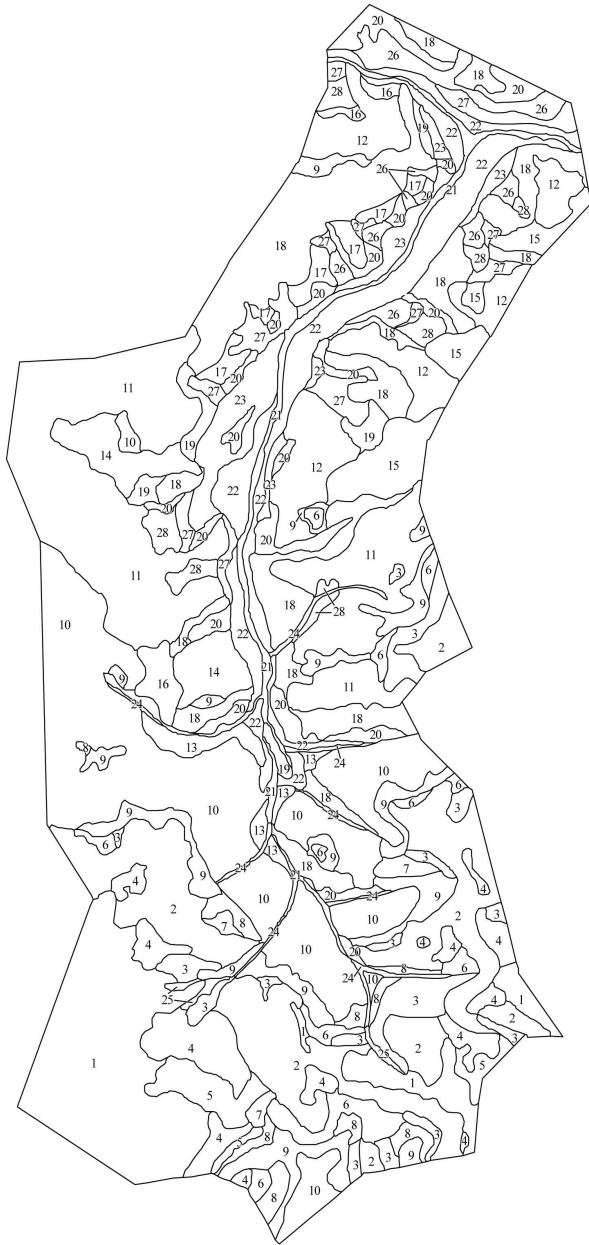


Рис. 1. Ландшафты этно-природного парка «Уч-Энмек» (Каракол)

**Легенда ландшафтной карты этно-природного парка «Уч-Энмек»**

**Высокогорные ландшафты**

*Гляциально-нивальные*

1. *Резко- и глубококорасчлененные*, скально-осыпные, с карлингами, цирками, маленькими ледничками и летующими снежниками, с фрагментами моренных отложений с участками каменистой, местами лишайниковой тундр на примитивных горно-тундровых почвах.

*Тундровые*

2. *Глубококорасчлененные, крутосклонные*, скалистые с обилием каменистых осыпей с мохово-лишайниковыми, каменисто-лишайниковыми, местами с кустарниковыми тундрами на горно-тундровых почвах.

3. *Крутосклонные, местами скально-осыпные* с кустарниковыми (ерниковыми), лишайниково-ерниковыми тундрами на горно-тундровых сухо-торфянистых маломощных почвах в сочетании с каменистыми и лишайниковыми тундрами

на примитивных горно-тундровых почвах.

4. *Останцово-увалистые, пенеplenизированные* с маломощными суглинисто-щебнистыми отложениями, широко развитыми криогенными формами мезорельефа (кольца, котлы, каменные реки и пр.) с мохово-лишайниковыми, каменистыми, кустарничковыми, луговыми, местами заболоченными тундрами, на горно-тундровых дерновых, горно-тундровых торфянистых почвах.

5. *Пенеplenизированные слабо увалистые* с амфитеатрообразными понижениями, сложенными щебнисто-суглинистым покровом, местами валунно-суглинистой мореной с ерниковыми, лишайниково-мохово-ерниковыми тундрами нередко с участками пушицево-осоково-моховых болот на горно-тундровых перегнойных, горно-тундровых торфянистых почвах.

**Высокогорно-среднегорные ландшафты**

*Альпийско-субальпийско луговые и субальпийско-редколесные*

6. *Глубококорасчлененные* с маломощными дефлюкционными отложениями, фрагментами валунно-суглинистой морены, местами скально-осыпные с альпийскими луговинами в сочетании с травянистыми, кустарниковыми тундрами на горно-тундровых дерновых и горно-луговых альпийских почвах.

7. *Пенеplenизированные* с разнообразными криогенными формами мезорельефа с альпийскими лугами на горно-луговых альпийских почвах с участками субальпийских луговин, луговых и кустарниковых тундр на горно-луговых дерновых альпийских и субальпийских почвах. Активно используются под пастбища.

8. *Крутосклонные* (верховья долин рек Таловка, Еловка и др.) с дефлюкционными суглинисто-щебнистыми отложениями с высокотравными, местами низкотравными субальпийскими лугами на горно-луговых субальпийских почвах, участками кустарниковых тундр и альпийских луговин.

9. *Глубококорасчлененные, круто- и покато- и покато- и покато- и покато-* склонные, местами каменисто-осыпные среднегорья с субальпийским редколесьем на горно-луговых субальпийских, местами на подбурях и горно-лесных бурых почвах, нередко в сочетании с ерниковыми тундрами на горно-тундровых перегнойных почвах, альпийскими луговинами, каменистыми россыпями.

**Среднегорные ландшафты**

*Горно-лесные*

10. *Крутосклонные, глубококорасчлененные, местами скально-осыпные* с кедрово-лиственничными, местами лиственнично-кедровыми нередко с примесью ели лесами на горно-лесных бурых, торфянисто-перегнойных сезонно-мерзлотных почвах.

11. То же с лиственничными кустарниковыми, травяно-моховыми лесами на горно-лесных бурых почвах.

12. То же с березово-лиственничными кустарниковыми, травяно-моховыми лесами на горно-лесных бурых, местами дерново-подзолистых почвах.

13. *Глубококорасчлененные покато- и крутосклонные, местами пологосклонные* с кедрово-лиственничными лесами на горно-лесных бурых почвах, нередко в сочетании с еланями на дерново-луговых почвах.

14. То же с лиственничными кустарниковыми и травяными лесами на горно-лесных бурых почвах, с лугами на дерновых почвах и небольшими участками парковых лесов на черноземовидных почвах.

15. То же с березово-лиственничными, березовыми преимущественно травяными лесами на горно-лесных темно-серых, местами бурых почвах в сочетании с лугами.

16. То же с лиственничными лесами паркового типа на горно-лесных черноземовидных почвах.



17. *Дробно расчлененные крутосклонные с небольшими каменистыми осыпями* с сочетанием лиственничных, березо-лиственничных, березовых лесов и лесных закустаренных лугов на горно-лесных темно-серых почвах.

*Лесостепные*

18. *Крутосклонные, местами дробно расчлененные* с сочетанием преимущественно лиственничных, нередко березо-лиственничных травяных, кустарниковых лесов на горно-лесных почвах с разнотравно-злаковыми лугами, местами остепненными на горно-луговых почвах, участками луговых степей на черноземах выщелоченных, кустарниковых петрофитных степей на горно-степных маломощных почвах.

19. *Пологосклонные с хорошо развитыми шлейфами* с сочетанием березовых, лиственнично-березовых лесов на горно-лесных темно-серых почвах и луговых, кустарниковых, разнотравно-злаковых степей на черноземах выщелоченных, обыкновенных.

*Степные*

20. *Крутосклонные, местами дробно расчлененные и скально-осыпные* с сухими, кустарниковыми степями и их петрофитными вариантами на горно-степных маломощных почвах с участками ковыльных, разнотравно-мелкодерновинно-злаковых степей на южных черноземах, лапчатково-попынных степей на горно-каштановых почвах.

*Долины рек и котловинообразные понижения*

*Долины рек эрозийные и эрозийно-аккумулятивные*

21. *Поймы низкого уровня* с кочковатым микрорельефом, заболоченные с осоково-разнотравно-щучковыми лугами, лиственнично-еловыми лесами, ивняковыми зарослями на аллювиальных дерновых глеевых, перегнойно-торфянисто-глеевых почвах.

22. *Поймы среднего и высокого уровня*, относительно хорошо дренированные многочисленными протоками с сухими руслами (р. Урсул, правобережье р. Каракол), замытыми прирусловыми валами и бровками с разнотравно-злаковыми лу-

гами на аллювиальных дерновых слабо глееватых почвах с участками разреженных ивняков, лиственничников. Используются под огороды, пастбища.

23. *Надпойменная терраса*, ровная, местами слабо наклонная к руслу реки за счет перекрывающих ее поверхность делювиальных шлейфов, хорошо дренированная с ковыльно-разнотравными степями на черноземах обыкновенных и южных, участками ковыльно-попынно-лапчатковых сухих степей на темно-каштановых маломощных почвах (левобережье р. Каракол). Используется под сельхоз, распашку и пастбища.

24. *Долины малых рек пойменные, узкие*, местами V-образные, с фрагментарными низкими галечниково-валунными террасами, с мелколиственно-темнохвойными лесами, участками лугов, кустарниковых зарослей на перегнойно-глеевых, местами дерново-глеевых почвах.

25. *Троговые долины* с суглинисто-валунными отложениями по днищу с кедровым, кедрово-лиственничным редколесьем на горно-лесных бурых, буроземах грубогумусовых с сочетанием альпийских, субальпийских луговин, травянистых и кустарниковых тундр на горно-тундровых почвах.

*Котловинообразные понижения (лога)*

26. *Котловинообразные понижения (лога), местами дренированные водотоками, слабо наклонные, в бортовых частях перекрытые делювиальными шлейфами* с сухими мелкодерновинно-злаковыми, попынно-лапчатковыми степями на темно-каштановых почвах, местами на южных черноземах. Используются под пастбища.

27. То же с разнотравно-ковыльно-злаковыми степями на черноземах обыкновенных в сочетании с мелкодерновинно-злаковыми степями на черноземах южных. Частично распаханы.

28. То же с луговыми степями на черноземах выщелоченных и обыкновенных в сочетании с лесными перелесками, долинными разнотравно-осоково-злаковыми лугами, местами переувлажненными на дерновых глееватых почвах. Используются под пастбища, сенокосы.

Библиографический список

1. Маринин, А.М. Физическая география Горного Алтая / А.М. Маринин, Г.С. Самойлова. Учебное пособие. – Барнаул, 1987.
2. Почвы Горно-Алтайской автономной области. – Новосибирск: Наука, Сибир. отд., 1973.
3. Кумина, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Кумина. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.
4. Огуреева, Г.Н. Ботаническая география Алтая / Г.Н. Огуреева – М.: Наука, 1980.

Статья поступила в редакцию 18.02.09

УДК 630:631.445.41(571.151)

*М.В. Ключников, канд. сельхоз. наук, сотрудник Управления лесами Алтайского края, г. Барнаул*

## ГОРНО-ЛЕСНЫЕ ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫЕ ПОЧВЫ ПАРКОВЫХ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

Парковые лиственничные леса, как фактор почвообразования, способствуют развитию дернового процесса и формированию нейтральных высокоплодородных почв с высоким содержанием гумуса, в составе которого преобладают гуминовые кислоты.

*Ключевые слова:* парковые леса, редины, черноземовидные почвы.

В среднегорных районах центрального и частично юго-восточного Алтая (Шебалинский, Онгудайский, Усть-Канский и Усть-Коксинский районы) на пологих склонах, наклонных террасах долин рек Катунь, Кокса, Сея, Чарыш, Ануй и их притоках сформированы своеобразные горно-лесные черноземовидные почвы. Общая площадь таких почв 910 тыс. га.

Они занимают склоны всех экспозиций, за исключением южных, которые отличаются большей сухостью.

Коренные горные породы представлены преимущественно хлоритовыми сланцами богатыми основаниями. Сиаллитные, сопряженные с общеизвестковыми, остаточные и отложенные коры выветривания этих сланцев служат здесь почво-

образующими породами. Эти породы на склонах и шлейфах представлены элювием, элювио-делювием, а на конусах выноса и террасах – пролювием или пролювио-аллювием. Иногда почвообразующими породами для этих почв служат лессовидные карбонатные суглинки.

Особенность климата районов распространения горно-лесных почв заключается в том, что он сходен с таковым районов развития черноземов на равнинах Западной Сибири.

Горно-лесные черноземовидные почвы развиваются под парковыми лиственными лесами. А.В. Кумина [1] ярус лиственных лесов относит к группе ксерофитов. Состоят парковые леса из крупных деревьев лиственницы сибирской преимущественно II класса бонитета в возрасте более 200 лет (полноте 0,2), т.е. это лиственная редина.

Подлесок обычно отсутствует и под пологом разреженного лиственного леса отмечается хорошо развитый травянистый покров, в его составе 20 % ксерофиты и мезоксерофиты. Такой покров под пологом лиственной редины оказывает главное воздействие на формирование горно-лесных черноземовидных почв. Значительная роль в формировании горно-лесных черноземовидных почв принадлежит также почвенной фауне, особенно дождевым червям. Почвы обладают высокой биологической активностью, и вследствие этого в них активно осуществляется биологический круговорот веществ.

Впервые на горно-лесные черноземовидные почвы под лиственными лесами обратили внимание видные советские почвоведы В.Ф. Петров [2] и М.Д. Градобоев [3]. Они отмечают близость горно-лесных черноземовидных почв к чернознам. Н.Д. Градобоев выделил эти почвы на уровне самостоятельного почвенного типа с подразделением на подтипы по выщелоченности и карбонатности.

По данным Р.В. Ковалева с соавторами [4], черноземовидные почвы обладают следующими морфологическими особенностями.

$A_0$  – 3-5 см; черно-коричневого цвета, более или менее плотная дернина под кроной деревьев, иногда с участками зеленых мхов и подстилки из опада хвои, листьев и других растительных остатков;  
 $A$  – гумусовый, мощностью 40-80 см, равномерно окрашен в черный и темно-серый цвет, постепенно ослабевающий к низу, структура зернистая или мелкозернистая, сложение плотноватое; в изобилии капролиты, ходы червей и кротов;

$B$  – иллювиальный или иллювиально-карбонатный, различной мощности, бурый или желто-бурый;

$C$  – материнская порода слабо затронута почвообразованием, представлена каменистым материалом, иногда лессовидными суглинками.

Морфологическое описание горно-лесной черноземовидной выщелоченной почвы приводим на примере разреза 15K/2007, заложенного в парковом лиственном лесу на щебнистом элювии хлоритовых сланцев северо-западного склона отрогов Каргонского хребта в районе Ябоганского перевала.

В парковой лиственной редине мощное развитие имеют разнотравно-злаковая растительность. Злаки представлены ежой сборной, тимофеевкой луговой, овсяницей луговой, среди разнотравья господствуют герань луговая, василисник, козелец, чина и др. Вскипание от HCl не обнаружено.

$A - 0-26$ см	темно серый, влажный, сильно задернованный, порошистый, тяжелосуглинистый, переход заметен по структуре и обилию корней;
$B - 26-40$ см	слабо уплотнен, переход постепенный серый с буроватым оттенком, влажный, тяжелосуглинистый, зернистый; обилие корней, червоины, в большом количестве встречаются капролиты, часто отмечается щебень и дресва;
$BC - 40-57$ см	бурый, влажный, тяжелосуглинистый с обилием крупных обломков хлоритовых сланцев
$CD - 57-65$ см	Плотная толща щебня, дресвы и обломков хлоритовых сланцев.

Присутствие карбонатов в профиле горно-лесных черноземовидных почв связано, прежде всего, с формированием их на карбонатных породах, а так же с внутрипочвенным новообразованием карбонатов, которое проявляется в виде пропитки, псевдомицелия, глазков, корок на нижних поверхностях каменистого материала. В карбонатных подтипах вскипание от 10 % HCl происходит, как правило, с глубины 20-30 см. Горно-лесные черноземовидные выщелоченные подтипы отличаются довольно низким содержанием карбонатов в верхней части профиля, их вскипание здесь наблюдается в  $B$ - и переходных к почвообразующей породе горизонтах. В некоторых случаях, как это отмечено в разрезе 15K/2007, содержание карбонатов 10 % раствором соляной кислоты в пределах почвенного профиля не диагностируется.

Оструктуренность, наличие червоин и кротовин, а также обилие включений обломков горных пород обуславливают хорошую дренируемость черноземовидных почв. Гранулометрический состав изменяется от легко до тяжелосуглинистого.

В разрезе 15K/2007 горно-лесная черноземовидная почва среднесуглинистая (табл. 1). Преобладают фракции крупной пыли и песка. Внутрипрофильное распределение гранулометрических фракций практически равномерное.

Горно-лесные черноземовидные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса, особенно в горизонте  $A$  (до 13,7 %). С глубиной его содержание посте-

Таблица 1

Гранулометрический состав горно-лесной черноземовидной почвы на щебнистом элювии хлоритовых сланцев. Северо-западный отрог Каргонского хребта в Усть-Канском районе. Разрез 15K/2007

Горизонт	Глубина, см	Размер фракций мм, содержание, %							сумма фракций менее 0,01 мм	Наименование почвы по гранулометрическому составу
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001			
$A$	0-26	27,28	24,16	23,92	6,12	8,00	10,52	24,64	легкосуглинистая крупно-пылевато-песчаная	
$B$	26-40	16,68	26,40	21,60	5,88	11,00	18,44	35,32	среднесуглинистая крупно-пылевато-песчаная	
$BC$	40-57	13,76	35,20	19,32	7,12	10,00	14,60	31,72	среднесуглинистая крупно-пылевато-песчаная	
$CD$	57-77	15,52	37,80	11,40	5,08	12,16	18,04	35,28	среднесуглинистая крупно-пылевато-песчаная	

Таблица 2

Химические и физико-химические свойства горно-лесной черноземовидной выщелоченной почвы. Р. 15К/2007

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>вод</sub>	Емкость катионного обмена, мг-экв / 100 г почвы	Обменные катионы, мг-экв / 100 г почвы		Подвижные, мг/кг			CaCO <sub>3</sub> , %	Тяжелые металлы, мг/кг			
					Ca	Mg	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		Pb	Cd	Cu	Zn
A	0-26	13,7	6,3	51,2	28,5	5,2	24,6	59,7	162,4	0	16,87	0,45	23,69	80,68
B	26-40	8,6	7,1	35,2	29,0	3,8	6,9	25,8	95,1	2,6	19,16	0,43	24,24	80,42
BC	40-57	9,7	6,6	43,2	-	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-
CD	57-77	2,8	7,3	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-

пенно падает и в горизонте CD составляет 1,8 % (табл. 2). По качественному составу гумуса горно-лесные черноземовидные почвы имеют сходство с черноземами долин и котловин Центрального Алтая. Гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. Эти почвы в горизонте А слабокислые или нейтральные, pH 6,6-7,1. Емкость катионного обмена этих почв высокая, в горизонте А она достигает 50 мг-экв. на 100 г почвы, причем в составе обменных катионов преобладает кальций (табл. 2).

## Библиографический список

1. Кумина, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Кумина. – Новосибирск, 1960.
2. Петров, Б.Ф. Почвы Кузнецкого Ала-Тау / Б.Ф. Петров // Почвоведение. – 1946. – №11.
3. Градобоев, Н.Д. Почвы лиственных лесов Усть-Канского лесхоза Горно-Алтайской авт. области / Н.Д. Градобоев // Тр. Омского СХИ. – Т. 34. – Омск, 1959.
4. Ковалев, Р.В. Почвы Горно-Алтайской автономной области / Р.В. Ковалев, В.И. Волковницер, В.А. Хмелев. – Новосибирск, 1973.

Статья поступила в редакцию 6.03.09

УДК 502.53

**А.В. Пузанов**, д-р биол. наук, проф., зам. дир. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**Т.А. Рождественская**, канд. биол. наук, с.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**И.В. Горбачев**, м.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КОМПОНЕНТАХ ТЕХНОГЕННЫХ ОЗЕР РАЙОНА АЛТАЙСКОГО ГОКА

Исследовано содержание тяжелых металлов и мышьяка в субстратах и водах техногенных озер, расположенных на территории, сопредельной с Алтайским горно-обогатительным комбинатом. Выявлены anomalно высокие концентрации Cd, Cu, Zn, As в отложениях хвостохранилищ обогатительной фабрики и воде техногенных озер.

**Ключевые слова:** техногенные озера, хвостохранилища, тяжелые металлы, мышьяк, загрязнение.

На Алтайском горно-обогатительном комбинате (АГОКе), расположенном в Северо-Западном Алтае, в течение 50 лет перерабатывали полиметаллические руды и получали концентраты цветных металлов методом флотации. В 90-х гг. прошлого века комбинат был закрыт. Однако хвостохранилища обогатительной фабрики продолжают оставаться довольно серьезными источниками загрязнения окружающей среды: в состав отходов процесса обогащения входят такие токсичные элементы, как свинец, кадмий, цинк и другие. Частые сильные ветра, характерные для исследуемой степной зоны, способствуют активному пылению, что сопровождается загрязнением прилегающих территорий. После остановки АГОКа была прекращена откачка воды из шахты, вследствие чего началось затопление горных выработок, просадка грунтов, выклинивание шахтных вод, а на поверхности отстойника и в его окрестностях образовались небольшие озера. В г. Горняке наблю-

дается подтопление городской территории, поскольку он расположен на почвогрунтах со слабой дренированностью и естественно высоким залеганием грунтовых вод.

Целью исследования являлось определение влияния отходов обогащения полиметаллических руд на содержание растворенных тяжелых металлов и мышьяка в водах озера на поверхности хвостохранилища, водоемов, расположенных в окрестностях отстойников, и шахтных водах.

В отложениях хвостохранилищ обогатительной фабрики комбината обнаружены anomalно высокие концентрации свинца, цинка, меди и кадмия (табл. 1), что связано со специализацией переработанных руд: первые три металла являются рудообразующими компонентами полиметаллических месторождений исследуемой территории, а Cd – сопутствующий им элемент.

Исследованные воды характеризуются высоким содержанием макроионов, агрессивной средой и аномальным элементным химическим составом (табл. 2-3). В анионном составе вод доминирует сульфат-ион, из катионов в более загрязненных водах преобладает магний, в менее загрязненных – кальций (табл. 2). Отмечается превышение нормативов [3] по содержанию хлоридов и сульфатов.

Таблица 1

Элементный химический состав хвостохранилищ АГОКа, мг/кг

№ пробы	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Старое хвостохранилище									
1	114	2	4,5	30	976	313	12	1503	350
2	155	9,5	6	48	2593	370	12	2007	4821
3	170	5,3	12	42	2767	419	16	2007	3300
4	230	12	31	40	7346	584	27	1788	12173
5	175	9,1	8,5	33	2767	455	15	2840	6282
6	140	8,1	9,8	29	2593	370	15	2007	4042
7	170	8,8	14	33	1872	402	18	1503	3541
9	330	5,8	15	26	1872	326	15	1003	1500
10	150	1	4,1	24	1352	215	8,7	1193	669
11	440	9,1	32	40	3590	288	23	843	6011
Новое хвостохранилище									
1н	99	4,4	5,2	21	2276	234	11	1788	1402
2н	15	2,7	38	186	544	662	73	149	697
3н	300	10	4,4	25	14085	234	11	10745	6861
4н	87	21	7,4	34	4971	690	18	3793	9342
5н	158	16	5,4	33	7840	313	14	3580	14521
6н	139	13	10	40	27005	690	22	10745	16575
7н	143	13	13	37	6043	1003	25	4258	7170
8н	115	6	6	28	6043	244	12	4258	4414
9н	80	2,9	3,5	21	3831	244	10	3188	2006
10н	210	6,2	12	22	5305	225	12	2253	4042
ПДК в почвах [1]	2-10*	3	50	100	100		50	100	300

\* – по [2].

Таблица 2

Макрокомпонентный состав воды техногенных ландшафтов АГОКа

Место отбора	рН	Жёсткость, мг-экв/л	Макроионы, мг/л					
			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Озеро 1	3,6	150,8	*	109,8	511,0	4697,3	384,0	1579,2
Озеро 2	7,3	70,6	*	689,0	1127,0	3123,4	1340,0	43,2
Старое хвостохранилище	2,1	211,4	*	244,0	2233,0	21152,4	724,0	2102,4
Ствол	6,6	17,2	*	439,0	105,0	840,5	232,0	67,2
ПДК [3]					350	500		

\* – не обнаружено.

Таблица 3

Тяжелые металлы и мышьяк в воде техногенных ландшафтов Северо-Западного Алтая, мкг/л

Элементы	Грунтовые воды затопленного ствола шахты	Техногенные озера			р. Важенка, Северо-Западный Алтай (фон)	Озера Восточно-Европейской равнины, аридные условия [4]	ПДК [3]
		Озеро на поверхности старого хвостохранилища	Озеро 1	Озеро 2			
Hg	<0,02	0,14	<0,02	<0,05	<0,02	*	0,5
Cd	0,13	940,0	1570,0	0,17	<0,05	0,03	1
Pb	<1	79,0	14,0	9,6	<1	1,20	10
Ni	<1	620,0	900,0	<1	<1	3,6	20
Co	5,9	1000,0	1330,0	3,0	<1	0,66	100
Cu	2,8	52300,0	81200,0	4,9	5,3	5,2	1000
Cr	1,7	7,0	11,0	1,0	<1	1,2	50
Zn	46,0	254000,0	438000,0	77,0	6,1	11,5	1000
Mn	2690,0	28100,0	43700,0	54,0	30,0	11,5	100
Fe	22000,0	304200,0	42700,0	93,0	188,0	154	300
As	<1	<1	<1	<1	<1	4,35	10
Ba	70,0	94,0	83,0	124,0	*	34,6	700

\* – нет данных.

В воде озера, сформировавшегося на поверхности старого хвостохранилища, не наблюдается превышения ПДК [3] только по содержанию ртути, бария, хрома и мышьяка. Содержание остальных элементов составляет от единиц до тысячи ПДК для вод объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. По коэффициенту распределения (логарифму отношения содержания металла в субстрате к концентрации в растворе [5]) тяжелые металлы в воде озера образуют следующий ряд: Cd < Mn < Co < Zn < Ni < Cu < Cr < Pb. Следовательно, из исследуемых элементов, содержащихся в отходах, наиболее легко переходит в воду кадмий, а свинцу свойственна низкая мобильность.

На большую вероятность загрязнения подземных и поверхностных вод прилегающей к АГОКу территории приоритетными элементами-токсикантами (кадмием и цинком) указывает и сравнение относительных долей элементов в субстратах и водах поверхности хвостохранилища. В жидкой фазе по сравнению с твердой относительная доля Cd, Mn, Zn, Co значительно увеличивается, а Pb – резко падает (табл. 4), что связано, вероятно, с высокой растворимостью первых и инертностью свинца в сульфатной среде [6].

Таблица 4

Относительные доли металлов в субстрате и воде озера хвостохранилища, %

	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Субстрат	0,05	0,05	0,24	39,5	2,4	0,11	22,7	34,8
Вода	0,28	0,30	0,002	15,5	8,3	0,18	0,02	75,4

Это подтверждают обнаруженные аномально высокие концентрации кадмия в воде геохимически сопряженного с отстойником озера 1 (1570 ПДК [3]). Содержание свинца как наименее мобильного элемента в исследованной системе (ему соответствует наибольший коэффициент распределения) выше ПДК в озере 1 только в 1,4 раза (табл. 3).

В другом из исследованных озер окрестностей хвостохранилищ (озеро 2) концентрации всех исследованных элементов ниже ПДК (табл. 3). Возможно, это озеро образовалось в результате разгрузки не шахтных, а почвенно-грунтовых вод. Однако некоторые показатели превышают таковые для вод реки Важенки, взятых в качестве фоновых, и для водоемов других регионов (табл. 3).

Воды ствола шахты не соприкасаются с рудой, поэтому содержание тяжелых металлов в них невысокое, за исключением железа (количество превышает ПДК в 70 раз) и марганца (табл. 3). Возможно, железо поступает в воды ствола из элементов конструкции шахты.

Таким образом, поступление тяжелых металлов из отходов горно-обогатительного производства в компоненты ландшафтов происходит не только аэрогенным путем, что мы рассматривали ранее [7-8], но и за счет фильтратов отстойников.

Воды озер, геохимически сопряженных с хвостохранилищами АГОКа, могут содержать тяжелые металлы в количествах, превышающих 1000 ПДК.

#### Библиографический список

1. Kloke, A. Richtwerte'80. Orientierungsdaten für tolerierbare einiger Elemente in Kulturböden / A. Kloke // Mitteilungen des VDLUFA. 1980. – Н. 1-3. – S. 9.
2. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020-94. М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. – М., 2003.
4. Моисеенко, Т.И. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология / Т.И. Моисеенко, Л.П. Кудрявцева, Н.А. Гашкина. – М.: Наука, 2006.
5. Partitioning of zinc between the water column and the oxic sediments in lakes / A. Tessier, R. Cardigan, B. Dubreul, F. Rapin // Geochim. Cosmochim. Acta. 1989. – №3. – P. 1511-1522.
6. Бортникова, С.Б. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду / С.Б. Бортникова, О.Л. Гаськова, А.А. Айриянц. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003.
7. Рождественская, Т.А. Тяжелые металлы в почвах юго-западной части Алтайского края / Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, М.А. Мальгин // Доклады III Междунар. научно-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». Т. 1. – Семипалатинск, 2004.
8. Рождественская, Т.А. Загрязнение окружающей среды предприятиями горнодобывающей промышленности в Алтайском крае / Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, И.В. Горбачев // Мат. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск, 10-12 окт. 2008 г. «Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения». – Хабаровск: ДВО РАН, 2008. – Кн. 1.

Статья поступила в редакцию 12.03.09

УДК 504 + 614.7

**Н.П. Белецкая**, канд. географ. наук, проф. СКГУ, г. Петропавловск (Казахстан);

**А.В. Пузанов**, докт. биол. наук, проф., зам. дир. по науке ИВЭП СО РАН, г. Барнаул;

**И.Н. Лиходумова**, н.с. СКГУ, г. Петропавловск (Казахстан);

**С.В. Бабошкина**, канд. биол. наук, с.н.с., ИВЭП СО РАН, г. Барнаул;

**И.В. Горбачев**, м.н.с., ИВЭП СО РАН, г. Барнаул;

**Д.Н. Балыкин**, м.н.с., ИВЭП СО РАН, г. Барнаул.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВЫХ ВОД СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследовано содержание основных макроионов ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) и микроэлементов (As, Cd, Pb, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, Se) в воде р. Ишим и питьевых водах Северо-Казахстанской области. Выявлен повышенный уровень общей минерализации и содержания железа в питьевых водах по сравнению с речными, что обусловлено вторичным загрязнением вод в системе водоводов. Установлено, что вода децентрализованных источников водоснабжения по сравнению с водопроводной водой отличается менее благоприятным для здоровья химическим составом: более высоким содержанием хлоридов, нитратов, сульфатов, а также железа и мышьяка.

**Ключевые слова:** питьевая вода, общая минерализация, микроэлементы, водопровод, децентрализованные источники, вторичное загрязнение, здоровье.

Питьевая вода, наряду с атмосферным воздухом и продуктами питания, является одним из главных геохимических факторов окружающей среды, влияющих на здоровье населения [1-4]. Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой является одной из самых актуальных для Казахстана. Расположение Северо-Казахстанской области (СКО) в полуаридной зоне, а также геолого-структурные особенности территории в целом определяют неблагоприятные условия формирования ресурсов поверхностных и подземных вод, в частности, их макрокомпонентного состава. Ситуация усугубляется химическим, микробиологическим, радиоактивным загрязнением вод. Потребление некачественной питьевой воды остается одной из главных причин высокого уровня заболеваемости населения области.

Объектами исследования являлись питьевые воды основных населенных пунктов СКО различных источников водо-

снабжения: централизованных (магистральные водопроводы Ишимский и Булаевский) и децентрализованных (поверхностные источники и подземные скважины). Экспедиционные исследования проводили в октябре 2008 года. Пробы воды отбирали в чистые полиэтиленовые бутылки 0,5 л.

Определение ионного состава питьевых вод Северо-Казахстанской области (СКО) проводили по стандартным методикам [5]. Содержание микроэлементов As, Cd, Fe, Mn, Mo, Zn, Pb, Se, Cr определяли в химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием электротермической атомизации. Всего было отобрано и проанализировано 57 проб питьевых вод.

Преимущественно для обеспечения населения СКО водой используются ресурсы поверхностных вод, прежде всего, воды р. Ишим. По данным Северо-Казахстанского центра гидрометеослужбы, за период 2004-2007 гг. в пробах воды р. Ишим

обнаружено повышенное содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  (в зимний период), Mg, Fe (относительно ПДКв.) – до 850 мкг/л, Zn (относительно ПДКв.р.) – до 70 мкг/л, а также Ni, Cu.

Ишим относится к рекам с резко повышенной минерализацией воды, что обусловлено, прежде всего, климатическими особенностями его бассейна. Засушливость территории способствует повышенному содержанию растворимых солей в ландшафтах, которые с тальми водами поступают с водосбора в русло реки. Кроме того, соли привносятся в реку подземными водами водоносного горизонта аллювиальных отложений долины Ишима. Максимум общей минерализации воды р. Ишим может достигать 1250-1500 мг/л [6-7], показатель жесткости – 8,2 мг/экв в период ледостава. По химическому составу вода р. Ишим относится к гидрокарбонатному классу группы кальция или натрия. По средней концентрации в водах р. Ишима элементы располагаются в следующий ряд:  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd}$ . Содержание Ca в водах Ишима составляет 60-70 мг/л, Mg – 22-26 мг/л, их повышенное содержание объясняется развитием в бассейне карбонатных осадочных пород. Реакция среды вод по течению реки изменяется незначительно: от 7,8 до 8,1.

Источниками поступления в поверхностные воды р. Ишим ионов меди, цинка, свинца, кадмия, железа могут быть различные месторождения и рудопроявления: на территории СКО располагаются Ишимская, Володарско-Атансорская, Орлиногорская, Кзылтуская, Чкаловская, Аксуская и др. рудные зоны.

Содержание минеральных форм азота в р. Ишим очень низкое. Вниз по течению реки концентрации нитритов в воде убывают, а нитратов – незначительно увеличиваются. Такой характер пространственного распределения  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NO}_2^-$  в водах р. Ишим свидетельствует об отсутствии выраженного антропогенного воздействия на реку со стороны г. Петропавловска, поскольку возможное загрязнение водного объекта индцировалось бы повышением содержания нитритов в водах ниже города.

Химический анализ проб питьевых вод СКО показал, что по отдельным показателям воды не соответствует требованиям ПДК. Из всех проб централизованных источников водоснабжения не соответствуют ПДК: 72 % – по содержанию железа, 22 % – по жесткости (19 % по содержанию магния), 16 % – по общей минерализации. Из всех проб подземных децентрализованных водопроводов водоснабжения СКО 60 % проб воды не отвечают требованиям санитарно-гигиенических норм по жесткости (75 % по магнию), 30 % – по общей минерализации, 35 % – по содержанию марганца, 20 % – по содержанию железа (по ПДК для децентрализованных источников водоснабжения).

Таблица 1

Пределы колебаний концентрации основных макроионов и микроэлементов в воде водопроводов СКО и подземных источниках водоснабжения

Показатели	ПДК	Водопровод		Децентрализованные источники	
		Ишимский	Булаевский	Подземные источники	Озера (1 проба)
pH	6,5-8,5	7-8,15	7,4-8,2	7,2-8,1	7,4
Сумма солей, мг/л	1000 (1500)	795-2894	676-1071	639-2046,24	33,27
Жесткость, мг-экв/л	7 (10)	5,4-24,6	5,4-9,5	5,8-24,8	3
Кальций, мг/л	180	52-264	6-60	16-192	32
Магний, мг/л	65*	43,2-86,2	40,8-80,4	43,2-180	16,8
Хлориды, мг/л	350	140-840	66,5-175	45-539	58,1
Сульфаты, мг/л	500	117-570,6	117-570,6	4,32-537,94	432
Нитраты, мг/л	45	0,19-19,34	0,19-19,34	0,02-177,96	0,04
Нитриты, мг/л	3,3	<0,007-0,154; 4,768	<0,007-0,03	<0,007-1,79	0,08
N-NH <sub>4</sub> , мг/л	2	<0,05-0,21	<0,05-0,21	<0,06-0,6	0,08
Железо, мг/л	0,3 (1)	0,04-5,4	0,04-5,4	<0,04-6,01	0,92
Марганец, мкг/л	100	2,6-758	1,8-95,1	1,2-349	257
Мышьяк, мкг/л	50	<5	<5	<5-26,5	<5
Кадмий, мкг/л	1	<0,1-0,31	<0,1-0,31	<0,1-0,1	0,1
Медь, мкг/л	1000	<1-39,2	2,9-22,2	<1-20,6	6,4
Хром, мкг/л	50	<1-1,2	<1-1,2	<1-2,9	<1
Молибден, мкг/л	250	<1-2,66	<1-2,66	<1-4,49	<1
Свинец, мкг/л	10	<1-5,53	<1-5,3	<1	<1
Селен, мкг/л	10	<2	<2	<2	<2
Цинк, мкг/л	5000	<1; 6280 (1 проба)	<1; 1800 (1 проба)	<1; 990 (1 проба)	530

Примечание: в скобках приведены ПДК для децентрализованных источников водоснабжения

\* – норматив качества воды 1-ой категории по СанПиН 2.1.4.1116

Содержание основных макроионов в питьевой воде ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$   $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) определяет ее физиологическую полноценность. Долговременное употребление вод, имеющих несбалансированный по основным ионным показателям состав, может привести к развитию различных заболеваний человека, ухудшить состояние здоровья. Наибольшее суммарное содержание солей обнаружено в пробах воды, взятых из Ишимского водопровода (табл. 1), до 3 ПДК (колонка в с. Коноваловка).

Жесткость питьевых вод СКО варьирует от мягкой (с. Дубровное, озеро – 3 мг-экв/л) до очень жесткой (с. Нежинка, колодец – 24,8 мг-экв/л). Наибольшая жесткость отмечается в пробах из подземных источников водоснабжения. Воды Булаевского водопровода отличаются в среднем более низким уровнем жесткости.

Считается, что оптимальной физиологический уровень жесткости воды составляет 3,0-3,5 мг-экв/л, в источниках централизованного водоснабжения допускается до 7, в отдельных случаях – до 10 мг-экв/л [5; 8].

Известно, что при функциональном воздействии на организм солевого состава воды большое значение имеет отношение кальций-магний [9-11]. Поэтому обращаем внимание, что значительная часть образцов питьевой воды СКО отличается своеобразным Ca-Mg отношением, существенно сдвинутым в сторону магния. Так, в 15 из 57 проб его содержание выше 90 мг/л. Считается, что магний в повышенных концентрациях усиливает раздражающее воздействие на ЖКТ сульфатов [9], однако благотворное влияние на сердечнососудистую систему организма жестких вод обусловлено именно присутствием ионов магния [10-11].

Кальций в свою очередь также является важным микроэлементом и играет существенную роль в регуляции физиологических процессов в организме человека. Наиболее частым специфическим эффектом избыточного поступления кальция с питьевой водой является отложение солей в почках и мочевыводящих путях [12].

В водах СКО только в трех пробах обнаружено превышение ПДК по Ca: в селах Городецкое и Коноваловка (Ишимский водопровод) – 224 и 264 мг/л, соответственно, и в с. Семипалатное (колодец) – 192 мг/л. В остальных населенных пунктах СКО питьевые воды содержат Ca менее 100 мг/л, в среднем, децентрализованные источники –  $44 \pm 5$  мг/л ( $C_v = 56\%$ ), Ишимский водопровод –  $51 \pm 5$  мг/л (27%), Булаевский водопровод –  $35 \pm 3$  ( $C_v = 37\%$ ).

Содержание хлорид-иона в пробах питьевых вод СКО колеблется от 45 мг/л (с. Степное, колодец) до 840 мг/л (с. Коноваловка, Ишимский водопровод) при ПДК 350 мг/л. Отметим, что питьевые воды Ишимского водопровода в целом характеризуются более высоким содержанием хлоридов, которое в среднем здесь составляет  $240 \pm 20$  мг/л,  $C_v = 24\%$  (без учета аномально высокой концентрации). Считается, что потребление человеком воды с повышенным содержанием хлоридов в воде приводит к усилению фильтрационной и реабсорбционной деятельности почек, повышению гидрофильности тканей, увеличению числа и тяжести гипертонической болезни [9; 12-13].

Содержание сульфатов в питьевых водах СКО варьирует от 4 мг/л (с. Дубровное, озеро) до 570 мг/л (с. Коноваловка, Ишимский водопровод) при ПДК 500 мг/л. Содержание сульфатов сильно варьирует в пробах из подземных источников, однако содержание их редко превышает ПДК (2 пробы). Наиболее известное негативное воздействие повышенного содержания сульфатов на организм человека - понижение кислотности желудочного сока [14].

Соединения азота являются одним из доминирующих видов загрязнений питьевых вод и во многом определяют их экологическое и санитарное состояние [3, 5, 9]. По результатам нашего исследования содержание нитратов в пробах питьевых вод СКО колеблется в пределах 0,19-19,34 мг/л в водопроводах и 0,02-27,6 мг/л в подземных водах. Единственная проба, содержащая повышенное содержание нитратов (178 мг/л при ПДК 45 мг/л), была отобрана в колодце с. Семипалатное. Считается, что подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоемы (т.к. отсутствует потребитель нитратов) [15].

Содержание нитритов в питьевых водах СКО колеблется от 0,007 до 1,79 мг/л. Превышение ПДК (3,3 мг/л) отмечено в пробе воды с. Городецкое (4,77 мг/л). Для сравнения: содержание  $\text{NO}_2^-$  в грунтовых водах Приишимья не превышает 0,0п ПДК [15].

Содержание в пробах  $\text{N-NH}_4$  варьирует от 0,05 до 0,65 мг/л (с. Петровка, колодец), что не превышает ПДК (2 мг/л). Повышенное содержание отмечается в пробах подземных источников водоснабжения.

В целом, на исследованной территории максимальные количества нитратов, нитритов, аммония свойственны питьевым водам, отобранным из колодцев и неглубоких скважин: чем выше залегают воды, тем больше содержится в них минерального азота. Источниками загрязнения воды минеральным азотом служат, скорее всего, животноводческие фермы и подворья, скопления навоза, стоки с полей. Вода системы централизованного водоснабжения, как правило, характеризуется низкими концентрациями минеральных соединений азота. Невысокими концентрациями минерального азота отличается и используемая в качестве питьевой озерная вода.

Содержание основных ионов в питьевых водах различных населенных пунктов СКО, как правило, заметно превышает их концентрации в водопроводных водах городов Алтайского края. Из анионов наиболее заметны различия по сульфатам и хлоридам, из катионов – по магнию.

Содержание в пробах питьевых вод СКО химических элементов 1, 2 и 3 классов опасности, относящихся к essenциальным и условно essenциальным микроэлементам [4] – мышьяка, цинка, свинца, кадмия, меди, хрома, молибдена, селена – как правило, не превышает ПДК для вод хозяйственно-питьевого назначения. Исключение составляют села Городецкое и Соколовка, где обнаружено превышение ПДК<sub>кв</sub> по цинку (российские нормативы – 1000 мг/л) – 6280 и 1800 мг/л. Еди-

ничные превышения нормативов для бутылированных вод высшей категории (5 мг/л) отмечены по свинцу в пробах Ишимского водопровода (с. Городецкое – 5,27 мг/л, п.г.с. Новоишимское – 5,53 мг/л).

В целом, в подземных водах СКО отмечается повышенное содержание As и Mo по сравнению с водопроводной водой. В водах магистральных водопроводов отмечено более высокое содержание Cd, Cu и Cr.

Определение безвредности химического состава питьевых вод СКО нами определялось по соответствию нормативам [16]. Для мышьяка, кадмия, молибдена, свинца, являющихся химическими элементами 1 и 2 классов опасности, вычислялась сумма отношений концентраций каждого из них в воде к ПДК. По установленным нормативам это значение не должно было быть больше 1. Оказалось, что всего в нескольких населенных пунктах СКО значение суммарного показателя загрязнения воды более 0,2: от 0,34 до 0,55.

Так, в с. Городецком (Ишимский водопровод, колонка) Zс питьевой воды составляет 0,49. Вода здесь характеризуется повышенным, относительно остальных проб питьевых вод СКО, содержанием Cd ( $0,31 \pm 0,16$  мг/л) и Pb ( $5,27 \pm 2,11$  мг/л). Напомним, что вода в этом селе отличается одним из самых неблагоприятных по содержанию основных макроионов составов, а также аномально высоким содержанием Zn.

В остальных населенных пунктах с суммарным показателем отношений к ПДК выше 0,34 основной вклад в значение Zс вносит мышьяк. Сравнительно более высоким содержанием As отличаются питьевые воды с. Вагулино (26,5 мг/л), с. Благовещенка (17,2 мг/л), с. Петровка (19,9 мг/л). Эти величины не превышают казахстанских и российских ПДК<sub>кв</sub>. As (50 мг/л), однако они выше допустимых ВОЗ концентраций – 10 мг/л. В перечисленных населенных пунктах в качестве водоисточников используются подземные воды скважин, колодцев. В целом, в образцах воды подземных источников СКО концентрация As несколько выше, чем в водопроводной воде, и варьирует от 6,5 до 26,5 мг/л, что согласуется с литературными данными о более высоких концентрациях мышьяка в подземных водах [17].

Щелочная среда казахстанских вод в целом благоприятствует подвижности и растворимости мышьяка, как анионного элемента [18;19]. Но в 90 % случаев в изученных нами питьевых водах СКО содержание мышьяка ниже предела обнаружения.

По данным многих авторов, доминирующим элементом в поверхностных водах различных областей и природных зон является железо. В речной воде по В.И. Вернадскому, может содержаться от 10 до 46000 мг/л, в подземных минерализованных водах – до 50000 мг/л [20].

Содержание железа в пробах питьевых вод СКО в 70 % случаев превышает ПДК<sub>кв</sub> – 300 мг/л, колебания концентраций довольно существенны. Аномально высоким содержанием железа отличаются: вода из колонки от Ишимского водопровода в с. Дмитровка – 5400 мг/л, вода в скважине с. Вагулино – 6100 мг/л. Среднее, без учета аномальных концентраций, содержание железа в водах различных водоисточников СКО составляет  $520 \pm 53$  мг/л.

Увеличение содержания железа (как и цинка) в некоторых пробах питьевых вод СКО происходит, скорее всего, в результате коррозии трубопроводов и жизнедеятельности железистых бактерий [21-23] а свинца – в результате миграции из стыковых раструбных соединений водопроводных труб.

Известно, что содержание микроэлементов в природных водах зависят от фазы водного режима реки [24]. Повышенное содержание железа в водах СКО объясняется и сезонной

динамикой содержания металлов – напомним, что отбор проб проводился осенью, когда в речных водах наблюдается снижение содержания растворимых форм Zn, Cu и увеличение содержания Fe и Mn [25].

В водах скважин в селах Вагулино и Петровка СКО высокое (относительно вод других районов области и ПДК) содержание железа, очевидно, обуславливает и повышенное (по сравнению с другими районами) содержание мышьяка, который может высвобождаться в подземные воды результате восстановления содержащих мышьяк гидроокисей железа и марганца [26; 27].

Биологическую и биохимическую значимость железа трудно переоценить. Оно участвует в связывании и транспорте кислорода, клеточном дыхании, играет важную роль в энергетическом метаболизме, синтезе ДНК. Однако при повышенном (более 10,0 мг/л) содержании железа в воде иммунная система организма может нарушаться; поражается печень, отмечается гиперпигментация кожи, создается предрасположенность к аллергическим реакциям, болезням крови, образованию злокачественных опухолей [2; 12; 28].

Медь второй по значению микроэлемент после железа, который влияет на кроветворение [4; 28]. Ее соединения обладают широким спектром токсического действия, которое сильнее проявляется в мягкой воде. В жестких водах, которыми по большей части являются воды СКО, медь связывается в виде карбонатов [12]. Содержание Cu в питьевых водах СКО не высокое и в среднем составляет: в водах Булаевского водопровода 11,2±1,3 мг/л (до 22,1 мг/л в селах Карагандинское и Майбалык), Ишимского водопровода 14,0±4,1 мг/л (до 39 мг/л в с. Ишимское), децентрализованных источников 8,0±1,5 (до 20 мг/л в с. Акканбарак).

Селен является эссенциальным микроэлементом, необходимым для полноценного существования животных и человека [1; 4; 12; 28; 29]. Его дефицит приводит к снижению иммунитета, росту сердечнососудистой патологии и онкологических заболеваний, повышению детской смертности. Содержание селена в питьевых водах СКО ниже предела обнаружения:

2 мг/л. Очевидно, исследуемый район можно отнести к селенонедостаточным регионам.

Небольшие села, в водопроводной воде которых отмечены повышенные концентрации железа, цинка, свинца, марганца и нитратов характеризуются неравномерным водозабором. Скорость продвижения вод по сети в этих участках часто снижается до нулевых показателей. Известно, что в состоянии стагнации, после длительного отсутствия водоразбора из сети, в воде увеличивается концентрация выделяемых стенками труб железа и свинца [30], а содержание нитритов в воде, подающейся новыми оцинкованными трубами, в случае низкой скорости водотока может возрасти до 89 ПДК [31].

Выводы:

1. Из всех изученных показателей качества питьевых вод СКО (макроионов и микроэлементов) основными факторами, влияющими на состояние здоровья населения и развитие различных заболеваний, являются высокое содержание в воде основных макроионов и повышенные концентрации железа.

2. Вода децентрализованных источников водоснабжения по сравнению с водопроводной водой отличается более высокими показателями жесткости и щелочности, более высоким содержанием хлоридов, нитратов, сульфатов, а также железа, марганца, мышьяка, молибдена.

3. Наиболее неблагоприятным макро- и микроэлементным составом отличаются воды в селах Городецкое ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ; Zn, Pb), Коноваловка ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , Mn), Дмитриевка (Mn, Fe), использующие ручные колонки для подачи воды Ишимского водопровода, а также воды децентрализованных источников в селах Вагулино ( $\text{Cl}^-$ , Fe, Mn, As), Петровка (Fe, Mn, As).

4. Содержание макро- и микроэлементов в р. Ишим обусловлено природными процессами, тогда как повышенное (относительно ПДК) на нескольких участках водопроводов СКО содержание в питьевых водах Fe, Mn и Zn, а также (по сравнению с природными концентрациями) Cd, Cu, Pb, очевидно, обусловлено вторичным загрязнением вод в системе водоводов.

#### Библиографический список

1. Руководство по контролю качества питьевой воды. Т.2. Гигиенические критерии и другая релевантная информация. – Женева: ВОЗ, 1987.
2. Онищенко, Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1.
3. О коррекции качества питьевой воды по содержанию биогенных элементов. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 5 от 11.07.2000 г.
4. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991.
5. Новиков, Ю.В. Методы исследования качества водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина. – М., 1990.
6. Алекин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970.
7. Гидрологический очерк Кокчетавской области / В.В. Бочкарева, Н.П. Владимиров, С.Я. Мухамеджанов, Н.С. Якупова // Гидрогеологические очерки целинных земель. – Алма-Ата: Изд-во АН КССР, 1958.
8. Бокина, А.И. Сдвиги некоторых показателей у людей, длительно потребляющих жесткие питьевые воды / А.И. Бокина, В.К. Юрьева // Гигиена и санитария. – 1996. – № 12.
9. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.
10. Кротков, Ф.Г. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и жесткость воды / Ф.Г. Кротков // Гигиена и санитария. – 1973. – № 4.
11. Мудрый, И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1.
12. Вредные вещества в окружающей среде. Справ.-энц.изд. / Под ред. В.А. Филова – СПб.: НПО «Профессионал», 2006.
13. Chlorine and Hydrogen Chloride. Environmental Health Criteria. 21. Geneva: WHO, 1982. – 86 p.
14. Hydroge Sulfide: Human Health Aspects. CICAD 53. – Geneva: WHO, 2003. – 35 p.
15. Квашнин, С.В. Загрязнение питьевой воды Прииримья минеральными соединениями азота / С.В. Квашнин, Г.С. Кошечева // Сибирский экологический журнал. – 2006. – № 5.
16. СанПин 3.02.002.04 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». Республика Казахстан, 2004.



17. Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник. Книга 3. Редкие р-элементы / В.В. Иванов. – М.: Недра, 1996.
18. Гамаюрова, В.С. Мышьак в экологии и биологии / В.С. Гамаюрова. – М.: Наука, 1993.
19. Ecological consequences of As, Cd, Hg and Pb enrichment in European soil / A. Kabata-Pendias // Global Perspectives on Lead, Mercury and Cadmium Cycling. – SCOPE. Published by Wiley Eastern Ltd., 1994. – P. 117-129.
20. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000.
21. Minimizing biofilm in the presence of iron oxides and humic substances / Ph.W. Butterfield, A.K. Camper, J.A. Biederman, A.M. Bargmeyer // Water research. – 2002. – Vol. 36, №15. – P. 3893-3910.
22. Влияние внутренней коррозии трубопровода «Астрахань-Мангистау» на качество воды / С.К. Муринов, А.А. Бут, Е.Н. Байбатыров [и др.] // Питьевая вода. – 2002. – №2.
23. Iron stability in drinking water distribution systems in a city of China / Z. Niu, Y. Wang, X. Zhang [et al.] // J. Environmental Science. – 2006. – Vol. 18, № 1. – P. 40-46.
24. Даувальтер, В. А. Загрязнение водных экосистем Печорского региона. / В. А. Даувальтер // Биологические ресурсы и внутренних водоемов европейского Севера: Матер. междунар. конф. – Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2005.
25. Королев, И.А. Геохимические особенности миграции тяжелых металлов в речных водах устьевого области Волги / И.А. Королев, А.Н. Курьякова // Рациональное природопользование: Тез. докл. школы-конференции. – М.: Изд-во МГУ, 2005.
26. Arsenic poisoning in groundwater: health risk and geochemical sources in Bangladesh / H.M. Anwar, J. Akai, K.M.G. Mostofa [et al.] / Environment International. – V. 27. – №7. – P. 597-604.
27. Meharg, A. Arsenic contamination of Bangladesh paddy soil / A. Meharg, R. Mazibur // Environmental Science and Technology – 2003. – T. 37. – №2. – P. 229.
28. Абдурахманов, Г.М. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека / Г.М. Абдурахманов, И.В. Зайцев. – М.: Наука, 2004.
29. Shamberger, R.J. Biochemistry of Selenium / R.J. Shamberger. – N.Y.: Plenum Press, 1983. – 346 p.
30. Swiderska-Broc, M. Wplyw nierownomiernosci rozbioru wody wodociagowej na zmiane jej jakosci / M. Swiderska-Broc, M. Wolska // Ochrona Srodowiska. – 2004. – № 4. – P. 21-23.
31. Hautmann, A. Gefahren durch Nitritbildung in neuinstallierten Verzinkten Wasserleitungen / A. Hautmann // HLH: Heizung, Luftung/ Klima, Haustechn. – 1998. – Vol. 49. – № 10. – P. 34-36, 38, 81.

Статья поступила в редакцию 12.03.09

УДК 556.555.7:543.31

**Е.И. Третьякова**, канд. хим. наук, с.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**А.Н. Эйрих**, канд. техн. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**Т.С. Папина**, д-р. хим. наук, зав. центром ИВЭП СОРАН, г. Барнаул

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ РЕКИ ОБЬ

Рассматривается распределение органического вещества по абиотическим компонентам р. Обь в различные гидрологические периоды. С помощью метода корреляционного анализа установлено, что органическое вещество не оказывает существенного влияния на формы нахождения тяжелых металлов в воде и взвешенном веществе. Влияние органического вещества на содержание тяжелых металлов в поровых водах и донных отложениях проявляется опосредованно.

**Ключевые слова:** органическое вещество, тяжелые металлы, абиотические компоненты, корреляционный метод.

Органическое вещество ( $C_{орг}$ ) является одним из важнейших химических компонентов природных вод и, в силу огромного разнообразия представителей всех его классов, наименее изученным. Понятие «органическое вещество» как совокупность различных природных органических соединений было введено ещё В.И. Вернадским и признано многими исследователями. Природные органические вещества принимают участие в самых разнообразных физико-химических и биохимических процессах, причем направление и интенсивность этих процессов в большой степени зависят от количественного содержания и качественного состава органических веществ [1].

Актуальность изучения органического вещества в природных водах определяется его значительным влиянием на формы нахождения неорганических компонентов, в т. ч. тяжелых металлов (ТМ). Это обусловлено известной способностью природных органических соединений образовывать различные комплексы с ионами ТМ [2]. Влияние растворенных органических комплексообразователей, по мнению Сингера, заключается [3]:

- в увеличении растворимости металлов при связывании их в комплекс;
- в изменении распределения между окисленными и восстановленными формами;
- в “смягчении” токсичности вследствие уменьшения доступности металлов для живых организмов;
- во влиянии на способность металлов сорбироваться взвешенными веществами;
- во влиянии на прочность металлсодержащих коллоидов.

Целью нашей работы являлось изучение сезонной динамики органического вещества в абиотических компонентах р. Оби и его влияния на формы нахождения тяжелых металлов в воде, взвешенном веществе и донных отложениях.

**Методика исследований.** Наблюдения проводили на участке р. Обь в районе г. Барнаула, характеристика точек отбора представлена в таблице 1. В каждой точке отбирали пробы воды, взвешенного вещества (ВВ), поровой воды и донных отложений (ДО).

Таблица 1

Характеристика точек отбора проб на р. Обь

Номер точки	Месторасположение точки наблюдения
1	р. Обь, правый берег, устье Лапы
2	р. Обь, левый берег, устье Ковша, перед ж.д. мостом
3	р. Обь, правый берег, ниже входа в канал КХВ
4	р. Обь, ниже выхода из канала КХВ
5	р. Обь, правый берег, выход из протоки Федуловская
6	р. Обь, левый берег, пристань у п. Гоньба

Пробы воды отбирали на центральной вертикали с 3-х горизонтов: поверхностный слой – 0,2h, срединный слой – 0,6h, глубинный слой – 0,8h (h – высота водяного столба). Сразу же после отбора пробы воды консервировали серной кислотой в соответствии с общепринятыми методиками для определения показателя ХПК [4].

Пробы взвешенного вещества получали после фильтрации проб воды на месте отбора. В лаборатории фильтры с пробами ВВ высушивали в чистой комнате при комнатной температуре.

Поровые воды получали путем отжима проб ДО на центрифуге при скорости вращения  $w = 1000$  об/мин. в течение 30 мин. Для предотвращения окисления поровой воды кислородом воздуха центрифугирование проводилось в плотно закрытых пробирках.

Донные отложения отбирали дночерпателем Петерсена на глубину до 10 см от поверхности. Для исключения возможности окисления проб кислородом воздуха банки заполняли инертным газом (аргоном) и до начала анализа хранили замороженными.

Для определения органического вещества пробы ДО высушивали в чистом помещении при комнатной температуре. Затем тщательно растирали в ступке и просеивали через сита разного диаметра для получения трёх фракций с диаметром частиц: 1-0,2 мм, 0,2-0,1 мм, 0,1-0,025 мм.

Определение  $C_{орг}$  в воде, ВВ и ДО проводили стандартным методом окисления бихроматом калия в сильнокислой среде. После процедуры окисления  $C_{орг}$  в воде определяли титриметрическим методом, а во ВВ и ДО – спектрофотометрическим методом [5-6]. Определение тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии [7].

*Результаты и обсуждение.* Анализ данных по содержанию  $C_{орг}$  в воде показывает (табл. 2), что в летнюю межень во всех точках наблюдения его концентрации выше, чем в период осенней межени. Это хорошо согласуется с тем фактом, что в летний период усиливаются процессы синтеза органического вещества, а процессы его окисления в условиях повышения температуры воды и недостатка растворенного кислорода замедляются. Уменьшение концентраций органического вещества в осеннюю межень связано с усилением процессов окисления в условиях снижения температуры воды и повышения содержания растворенного кислорода в воде.

Сравнительный анализ данных по содержанию  $C_{орг}$  по вертикальной составляющей створа показывает значительную неравномерность его распределения. Прослеживается четкое повышение концентраций  $C_{орг}$  от поверхностного к придонному слою. Максимальные величины фиксируются в поровых водах. Соотношение между концентрациями в поверхностном слое и поровой воде составляет в среднем 1:20. Значительная разница концентраций свидетельствует о различной интенсивности прохождения окислительных процессов на поверхности воды и в поровых водах. В последних при недостатке растворенного кислорода процессы окисления затруднены, что и приводит к накоплению  $C_{орг}$ .

Таблица 2

Содержание  $C_{орг}$  в воде р. Обь в различные гидрологические периоды

Точка отбора	Глубина отбора, м	$C_{орг}$ , мг/л	
		Летняя межень	Осенняя межень
1	0,2h	4,51	0,69
	0,6h	4,73	0,52
	0,8h	*	1,04
	поровая вода	51,0	7,69
2	0,2h	5,59	1,66
	0,6h	4,28	2,42
	0,8h	*	1,73
	поровая вода	46,1	15,1
3	0,2h	2,96	1,47
	0,6h	1,28	2,54
	0,8h	*	1,76
	поровая вода	7,99	4,91
4	0,2h	2,33	2,87
	0,6h	0,72	2,87
	0,8h	*	1,47
	поровая вода	18,8	13,5
5	0,2h	1,95	1,66
	0,6h	3,41	1,55
	0,8h	*	1,55
	поровая вода	39,0	6,90
6	0,2h	2,78	1,17
	0,6h	3,00	1,47
	0,8h	*	1,73
	поровая вода	39,0	11,7

Примечание: \* – не определялось

Изучение содержания  $C_{орг}$  во взвешенном веществе (табл. 3) показывает сложный характер его распределения как по вертикальной составляющей створа, так и по гидрологическим периодам. Отсутствие определенных закономерностей распределения органического вещества, вероятно, связано с влиянием гидродинамических условий водного потока: скоростью течения, перемешиванием и т.д.

Исследование сезонной динамики  $C_{орг}$  в донных отложениях (рис. 1) показывает, что его содержание во всех точках наблюдения в большинстве случаев выше в период летней межени. Этот факт хорошо согласуется с более высокими концентрациями  $C_{орг}$  в поровых водах в этот период и указывает на доминирование процессов синтеза над процессами окисления.

Таблица 3

Содержание  $C_{орг}$  во взвешенном веществе

Точка отбора	Глубина отбора, м	$C_{орг}$ , мг/г	
		Летняя межень	Осенняя межень
1	0,2h	48,9	37,7
	0,6h	61,9	41,7
	0,8h	н.о	45,1
2	0,2h	74,6	90,7
	0,6h	51,3	73,3
	0,8h	н.о	44,4
3	0,2h	41,3	36,7
	0,6h	70,4	40,4
	0,8h	н.о	46,5
4	0,2h	62,3	146
	0,6h	82,4	40,2
	0,8h	н.о	12,5
5	0,2h	86,4	99,1
	0,6h	58,2	76,7
	0,8h	н.о	84,3
6	0,2h	27,2	42,5
	0,6h	72,2	36,0
	0,8h	н.о	70,2

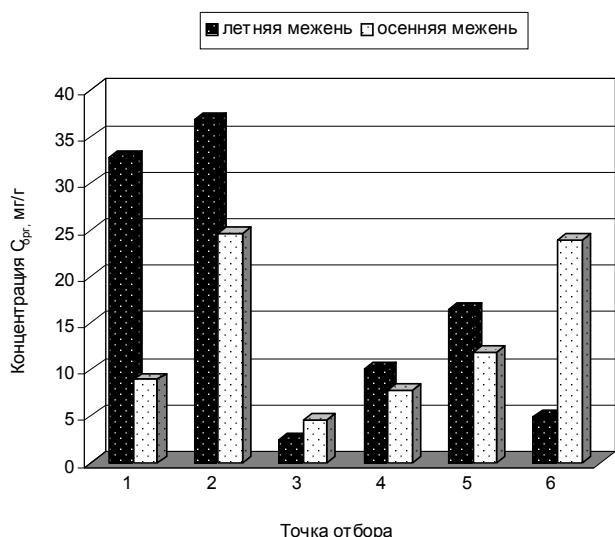


Рис.1. Сезонная динамика концентраций  $C_{\text{орг}}$  в донных отложениях р. Обь

По мнению многих исследователей, валовое содержание ТМ в ДО зависит от их фракционного состава [8; 9], содержания органических веществ [10] и биогенных элементов [11].

Основная роль органического вещества в донных отложениях заключается в том, что оно является движущей силой всех восстановительных реакций, протекающих в толще донных отложений. Процесс биохимического разложения органического вещества протекает с помощью нефотосинтезирующих организмов, в результате которого они получают необходимую для процессов метаболизма энергию. В зависимости от количества органического вещества и скорости его распада интенсивность протекания восстановительных процессов в ДО может меняться в широких пределах. При интенсивно протекающих восстановительных процессах в толще осадка верхний окислительный слой донных отложений обычно мал и составляет около 1 см. При сравнительно низком содержании  $C_{\text{орг}}$  восстановительные процессы развиваются слабо, и окисленный слой может иметь значительную мощность – до нескольких метров в морских ДО и на всю глубину залегания для речных донных осадков [12].

В окислительном горизонте концентрируются металлы, связанные в соединения с органическим веществом или входящие в состав аморфных гидроксидов Fe и Mn [13-14]. В умеренно восстановленных условиях ( $Eh = +138 \text{ мВ} - 57 \text{ мВ}$ ) некоторые металлы могут присутствовать в виде карбонатов. В восстановительных горизонтах, где активно протекают процессы сульфатредукции, накапливаются сульфидные формы металлов [15;16].

Для оценки влияния  $C_{\text{орг}}$  на содержание Fe, Mn, Cu и Zn в воде, взвешенном веществе и донных отложениях р. Обь был использован метод расчета коэффициентов парной корреляции (табл. 4). Выбор этих металлов для изучения обусловлен их широкой распространенностью и высокими концентрациями в природных водах по сравнению с другими металлами.

Анализ полученных данных показывает отсутствие какой-либо корреляционной зависимости между содержанием металлов и  $C_{\text{орг}}$  в воде и во взвешенном веществе. Это указывает на то, что данные металлы в водах р. Обь слабо образуют комплексные соединения с органическим веществом в виду его низких содержаний в условиях высокого содержания раство-

ренного кислорода и, вероятно, находятся преимущественно в неорганических формах. Это согласуется с данными других исследователей, показывающих, что в незагрязненных слабо-минерализованных речных водах наиболее часто встречающимися растворенными формами тяжелых металлов являются:  $Me^{n+}$ ,  $MeL$  (лигандом L является растворенное  $C_{\text{орг}}$ ); гидроксокомплексы типа  $Me(OH)^{n-1}$ ,  $Me(OH)_2^{n-2}$ ,  $Me(OH)_3^{n-3}$ ; карбонаты  $MeCO_3^{n-2}$  и гидрокарбонаты  $Me(HCO_3)^{n-1}$ . При этом на количественное соотношение этих форм металлов в реке решающее значение оказывает pH воды и концентрация растворенного  $C_{\text{орг}}$  [17].

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между содержанием  $C_{\text{орг}}$  и ТМ в абиотических компонентах р. Обь

Объект исследования	Коэффициент корреляции			
	Fe	Mn	Cu	Zn
Вода	-0,18	0,06	0,20	-0,32
Взвешенное вещество	-0,14	0,02	-0,08	-0,32
Поровая вода:				
– окислительные условия	0,07	-0,06	-0,002	0,09
– восстановительные условия	0,73	0,71	-0,98	-0,53
Донные отложения:				
– окислительные условия	0,42	0,74	0,74	0,97
– восстановительные условия	0,26	0,05	0,79	0,73

Корреляционный анализ для системы «поровая вода – донные отложения» показал, что при окислительных условиях залегания ДО органическое вещество не контролирует содержание ТМ. На это указывает несогласованность коэффициентов корреляции для ДО и поровых вод. Для первых коэффициенты корреляции имеют значимую величину, для поровых вод – она отсутствует совсем.

Для системы «поровая вода – донные отложения» при восстановительных условиях значимая корреляционная зависимость для большинства металлов указывает, что органическое вещество активно участвует в биохимических процессах сульфатредукции, результатом которых является образование сульфид-ионов, а в конечном итоге – сульфидов металлов.

#### Выводы

1. В водах р. Обь существует значительная неравномерность распределения  $C_{\text{орг}}$ , как по горизонтальной, так и по вертикальной составляющим гидрологического створа.

2. Содержание органического вещества системы «поровая вода – донные отложения» в р. Обь подвержено сезонным колебаниям и согласуется с режимом гидрологических периодов. Наибольшие концентрации  $C_{\text{орг}}$  в воде и донных отложениях наблюдаются в период летней межени, что связано с доминированием процессов разложения над процессами окисления в этот период.

3. Неравномерный характер распределения  $C_{\text{орг}}$  во взвешенном веществе по вертикальной составляющей гидрологического створа в различные гидрологические периоды, вероятно, связан с гидродинамическими условиями: скоростью течения, перемешиванием и т.д.

5. Органическое вещество р. Обь не оказывает существенного влияния на формы нахождения тяжелых металлов в воде и взвешенном веществе. Влияние  $C_{\text{орг}}$  на содержание ТМ в ДО с окислительными условиями не прослеживается. Для ДО с восстановительными условиями влияние  $C_{\text{орг}}$  опосредовано: оно является энергетическим материалом для прохождения биохимических процессов сульфатредукции, которые обуславливают образование сульфид-ионов, а затем трудно растворимые сульфиды металлов.

## Библиографический список

1. Линник, П.Н. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем / П.Н. Линник, Т.А. Васильчук, Р.П. Линник // Гидробиол. журн. – 2004. – Т. 40. – № 1.
2. Изучение органических веществ поверхностных вод и их взаимодействия с ионами металлов / Г.М. Варшал, И.Я. Кощеева, И.С. Сироткина [и др.] // Геохимия. – 1979. – № 4.
3. Singer, P.S. Influence of dissolved organics on the distribution, transport and fate of heavy metals in aquatic systems / P.S. Singer // Fate Pollutants Air and Water Environ. Symp. – 165<sup>th</sup>. NAT. Amer. Chem. Soc. Meet. – Philadelphia, 1997. – P. 155-182.
4. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам: энциклопедический справочник / Г.С. Фомин. – 2-е изд. – М.: Протектор, 1995.
5. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
6. Методы исследования органического вещества в океане / Е.А. Романкевич. – М.: Наука, 1980.
7. ПНД Ф 14.1:2.4.139-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации железа, кобальта, марганца, меди, никеля, серебра, хрома и цинка в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
8. Vasiliev, O.F. Suspended sediment and associated mercury transport - the case study on the Katun River / O.F. Vasiliev, T.S. Papina, Sh.R. Pozdnjakov // Proc. 4 Int. Symp. on river sedimentation, Beijing. – China, IRTCES, 1990. – P. 155-162.
9. Белоконов, В.Н. Содержание тяжелых металлов, органических веществ и соединений биогенных элементов в донных отложениях Дуная / В.Н. Белоконов, Я. И. Басс // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20. – № 4.
10. Horowitz, A.J. A primer on trace metal-sediment chemistry / A.J. Horowitz // Alexandria: U.S. Geological Survey water-supply paper 2277, 1985. – 67 p.
11. Steell, K.F. Trace metal relationships in bottom sediments of freshwater stream the Buffalo River, Arkansas / K.F. Steell, G.H. Wagner // J. Sediment Petrol. – 1975. – V. 45. – № 1. – P. 310-319.
12. Геохимическое поведение серы в донных осадках Тихого океана / Э.А. Остроумов, И.И. Волков // Химические процессы в морских водах и осадках. – М.: Наука, 1967. – Т. 83.
13. Вышемирский, В.С. Органическое вещество в Мировом океане / В.С. Вышемирский. – Новосибирск: НГУ, 1986.
14. Sutherland, R.A. Bed sediment-associated trace metals in an urban stream Oahu, Hawaii // R.A. Sutherland / Environmental geology. – 2000. – V.39. – № 6. – P. 611-627.
15. Emerson, S. The behavior of trace metals in marine anoxic waters: Solubility at the oxygen-hydrogen sulfide interface // S. Emerson, L. Tebo / Trace Metals in Seawater. – New York: Plenum Press. – 1983. – P. 579-608.
16. Salomons, W. Biogeochemistry of pollutants in soils and sediments // W. Salomons, Stigliani (Eds). – Springer-Verlag, Berlin, 1995. – 353 p.
17. Мур, Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах / Дж.В. Мур, С. Рамамурти. – М.: Мир, 1987.

Статья поступила в редакцию 12.03.09

УДК 556.11

*Д.М. Безматерных, канд. биол. наук, доц., уч. секр. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
О.Н. Жукова, аспирант ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
Л.А. Долматова, канд. хим. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул*

## **СОСТАВ И СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ФАКТОРЫ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

В первом сообщении приводятся данные об основных гидрохимических характеристиках, составе и структуре зообентоса восьми разнотипных озер степной и лесостепной зоны Алтайского края. Во втором сообщении будет представлен анализ влияния основных абиотических факторов на формирования зообентоса этих озер.

*Ключевые слова:* зообентос, гидрохимия, Алтайский край, Кулунда, Касмала.

С самого зарождения науки озеро находилось в центре внимания ученых, что связано с их привлекательностью для людей как источника продовольствия и воды. Однако комплексное изучение озерных экосистем с учетом взаимодействия абиотических и биотических факторов их формирования началось чуть более 100 лет назад. Все же до сих пор идет выявление основных типов водных объектов и особенностей их функционирования, что приближает нас к лучшему пониманию экологии озер [1]. Необходимой основой рационального использования минерализованных вод становится всестороннее изучение их биоты в условиях меняющейся солёности и установление границ устойчивости организмов, сообществ и экосистем [2].

Зообентос озер степной и лесостепной зон Алтайского края изучали в 1920-1930 гг. и 1967-1969 гг. [3]. В условиях

меняющихся гидрологических условий и антропогенного воздействия состав и структура сообществ озер этого региона могли значительно измениться.

### **Материалы и методы**

Исследования водных экосистем степной части Алтайского края были проведены в июле-сентябре 2008 г. Исследованные объекты можно разделить на две группы. Первая группа – озера внутреннего стока Кулундинской низменности: Кулундинское (Благовещенский р-н), Пресное, (Волчихинский р-н), озеро без названия в 1 км. от оз. Солёное (Михайловский р-н). Вторая – озера Касмалинской системы: Угловое (Волчихинский р-н), Горькое (Романовский р-н), Большое Островное (Мамонтовский р-н), Ледорезное (Мамонтовский р-н), Мельничное (Ребрихинский р-н).

Отобрано и проанализировано 68 гидрохимических проб и 34 зообентоса. Используются общепринятые полевые и лабораторные методы [4;5].

### Результаты

Минерализация исследованных озер колебалась от 359-387 мг/дм<sup>3</sup> до 122,2-140,6 г/дм<sup>3</sup> (табл. 1). По степени минерализации (по классификации О.П. Оксикюк с соавт. [6]) воды исследованных озер распределялись от гипогалинных пресных вод (оз. Ледорезное) до ультрагалинных соленых вод (оз. без названия, оз. Кулундинское).

По классификации О.А. Алекина [7] воды большинства озер (кроме оз. Горькое и оз. Кулундинское) относятся к гидрокарбонатному классу группы натрия I типа, т. е. это содовые озера. Полигалинное озеро без названия и ультрагалинное Пресное относятся к Михайловской группе содовых озер Кулундинской степи [8]. Другие озера (Ледорезное, Мельничное, Б. Островное, Угловое) относятся к бассейну р. Касмалы, так как расположены вдоль Касмалинской древней долины [9].

Мезогалинное оз. Горькое также относится к Касмалинской озерной системе, но тип вод в этом озере неоднороден и изменяется от менее минерализованных (12000 мг/дм<sup>3</sup>) хлоридных вод группы натрия I типа до более минерализованных (16141 мг/дм<sup>3</sup>) смешанных сульфатно-хлоридных вод группы натрия I типа.

Воды ультрагалинного Кулундинского озера относятся к классу хлоридных вод группы натрия II типа.

Активная реакция среды в исследованных озерах изменялась от слабо (7,8) до сильно щелочной (10,1). Окислительно-восстановительный потенциал был положительным, что свидетельствует об окислительных условиях в воде этих озер и изменялся в интервале 88-205 мВ. Удельная электропроводность менялась от 378-425 мкСм/см в пресном Ледорезном озере до 107-134 мСм/см в соленом озере Кулундинском. Концентрация растворенного кислорода удовлетворяла ПДК<sub>в.р.</sub> и составляла 6,73-11,10 мг/дм<sup>3</sup>. БПК<sub>5</sub> варьировала от 1,17 до

6,06 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Перманганатная окисляемость (ПО) составляла от 14,1 мгО/дм<sup>3</sup> в пресном Ледорезном озере до 66,3 мгО/дм<sup>3</sup> в солоноватых водах оз. Горького.

В 2008 г. в исследуемых озерах выявлено 38 видов зообентонтов из 4 классов: Hirudinea, Gastropoda, Crustacea, Insecta (табл. 2). Из них: пиявок 3 вида, брюхоногих моллюсков 3, ракообразных 1 и насекомых 31 вид. Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (17 видов, из которых 10 видов хирономид), также из насекомых встречались жуки, поденки, ручейники, стрекозы, бабочки и клопы.

По численности и биомассе наибольшее значение имели семейства: Chironomidae, Ceratopogonidae. Из них доминировали виды-детритофаги Chironomus gr. plumosus, Cricotopus gr. silvestris и Ceratopogon sp. Среди других таксонов основную массу составляли фитофильные виды стрекоз, поденок и клопов. Из стрекоз чаще встречалась Epithea bimaculata, из клопов – Notonecta glauca и Pyocoris camicoides, из поденок – Caenis sp.

В озерах Кулундинской низменности было выявлено 7 видов зообентоса, относящихся к классу насекомых. Из них 6 видов из отряда двукрылых, и 1 вид из отряда жуков. В оз. Кулундинском выявлено 3 вида зообентоса из отряда двукрылых, здесь отмечены Scathophagidae gen., Scatella sp., Ceratopogon sp. Ранее в оз. Кулундинском были отмечены только хирономиды п/сем. Orthoclaadiinae (Eukiefferiella gr. longicalcar, Orthocladus gr. olivaceus). Зообентос прочих обследованных озер отличался однообразием, донные беспозвоночные были представлены 2 видами: Ephydra sp. и Ceratopogon sp. В нижнем слое воды над грунтом в оз. без названия (Михайловский р-н) отмечены массовые скопления личинок мух-береговушек (Ephydridae), их численность достигала 9200 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 385 г/м<sup>2</sup>.

В озерах Касмалинской системы выявлено 34 вида зообентоса из 4 классов, наибольшее число видов приходится на долю насекомых (27 видов). Биомасса колебалась в разных

Таблица 1

Химический состав вод озер Касмалинской системы и Кулундинской низменности

Показатель	Озера							
	Ледорезное	Мельничное	Большое. Островное	Угловое	Горькое	Пресное	Без названия	Кулундинское
T, °C	14,4-20,1	13,5-21,0	11,1-20,1	15,8-23,9	16,6-20,2	26,7-29,7	20,1-25,6	15,4-28,0
pH	7,80-9,20	8,70-9,45	8,65-9,20	8,15-9,25	8,25-9,35	10,1-10,2	9,90-10,1	8,3-8,83
Eh, мВ	160-182	88-147	99-121	143-161	142-152	118-123	108-128	131-205
χ, мСм/см	0,378-0,425	0,792-0,829	1,04-1,27	3,56-3,71	18,9-19,1	23,2-24,0	55,3-57,2	107-134
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	9,00-10,30	8,49-8,90	8,68-9,32	8,78-9,32	10,70-11,10	...	9,46	6,73-9,43
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1,17-1,77	1,41-1,53	1,40-3,66	3,77-4,07	1,89-6,06	...	...	...
ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	14,1-16,5	31,5-33,1	30,4-30,7	56,6-63,0	64,7-66,3	...	...	...
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	7,13	6,84-20,8	6,84-20,8	77,2-83,2	14,3-238	2910-3085	8148-9603	186-198
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	250-268	445-469	485-512	1582-1747	3123-3389	11720-11980	41669-43623	1302-1432
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2,48-2,95	13,5-21,3	54,0-70,9	219-291	2588-2978	1241-1396	2998-3154	51801-63278
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	5,80-19,0	34,0-63,0	117-146	126-274	2120-4240	320-640	2833-3533	20200-24400
жесткость, °Ж	1,65-1,74	3,61-4,08	5,00-5,34	4,94-5,46	17,6-18,7	5,67-5,77	5,07-5,33	426-458
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	10,6-16,5	16,2-19,1	15,2-17,0	5,05-17,0	9,09-10,3	102	71,2	81,3-102
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	10,0-14,4	33,8-39,9	51,0-55,8	55,4-60,1	209-221	7,24-8,49	18,5-21,6	5125-5518
? Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	68,3-79,1	124-155	175-217	807-945	3794-5341	8307-8488	27360-29568	39129-46976
? и, мг/дм <sup>3</sup>	359-387	700-757	912-1017	2948-3294	12000-16141	24920-25379	83151-89283	122172-140611
Соленость по Оксикюк и др., 1993	α – гипогалинные пресные воды	β – олигогалинные пресные воды	α – олигогалинные пресные воды	β – мезогалинные солоноватые воды	α – мезогалинные солоноватые воды	полигалинные соленые воды	ультрагалинные соленые воды	ультрагалинные соленые воды
Классификация по Алекину, 1953	C <sub>1 0,4</sub> Na <sup>2</sup>	C <sub>1 0,7</sub> Na <sup>4</sup> – C <sub>1 0,8</sub> Na <sup>4</sup>	C <sub>1 0,9</sub> Na <sup>5</sup> – C <sub>1 1,0</sub> Na <sup>5</sup>	C <sub>1 3,0</sub> Na <sup>5</sup> – C <sub>1 3,3</sub> Na <sup>5</sup>	Cl <sub>1 12,0</sub> Na <sup>19</sup> – SCl <sub>1 16,1</sub> Na <sup>18</sup>	C <sub>1 25,0</sub> Na <sup>6</sup> – C <sub>1 25,4</sub> Na <sup>6</sup>	C <sub>1 83,2</sub> Na <sup>5</sup> – C <sub>1 89,3</sub> Na <sup>5</sup>	Cl <sub>II 122,2</sub> Na <sup>440</sup> – Cl <sub>II 140,6</sub> Na <sup>426</sup>

Таблица 2

Таксономический состав зообентоса озер Касмалинской системы и Кулундинской низменности

Таксон	оз. Кулундинское	оз. Пресное	оз. без названия	оз. Угловое	оз. Горькое	оз. Большое Островное	оз. Ледорезное	оз. Мельничное
<b>Класс Hirudinea</b>								
Glossiphonia companula Johnson							+	+
Erpobdella nigricollis Brandes								+
E. octocollata L.								+
<b>Класс Gastropoda</b>								
Lymnea auricularia L.					+			+
L. palustris Mueller				+				+
L. stagnalis L.				+	+	+		+
<b>Класс Crustacea</b>								
<b>Отряд Amphipoda</b>								
Сем. Gammaridae								
Gammarus lacustris Sars.							+	
<b>Класс Insecta</b>								
<b>Отряд Odonata</b>								
Сем. Coenagrionidae								
Coenagrion armatum Charpentier								+
Сем. Cordulidae								
Epitheca bimaculata Charpentier								+
Сем. Platycnemididae								
Platycnemis pennipes Pallas						+		+
<b>Отряд Ephemeroptera</b>								
Сем. Caenidae								
Caenis miliaria Thernova								+
<b>Отряд Heteroptera</b>								
Сем. Corixidae								
Суматия rogenchoseri Fieber					+			
Hesperocorixa linnaei Fieber					+			
Sigara falleni Fieber				+				
Сем. Naucoridae								
Pyocoris cimicoides L.								+
Сем. Notonectidae								
Notonecta glauca L.				+				
<b>Отряд Coleoptera</b>								
Сем. Chrysomelidae								
Donacia sp.								+
Сем. Dytiscidae								
Acillus sulcatus L.				+	+			
Hygrotus sp.		+						
<b>Отряд Lepidoptera</b>								
Сем. Pyraustidae								
Parapoynx stratiotata L.								+
<b>Отряд Trichoptera</b>								
Сем. Polycentropodidae								
Cyrtus sp.								+
<b>Отряд Diptera</b>								
Сем. Ceratopogonidae								
Ceratopogon sp.								
Culicoides (Monoculicoides) stigma Meig.	+	+	+	+	+	+		+
Сем. Chironomidae								
Chironomus gr. plumosus L.								
Ch. sp.								+
Cricotopus gr. silvestris		+						+
Cr. gr. tibialis		+						+
Dicrotendipes nervosus Staeger								+
Glyptotendipes barbipes Staeger								+
Paracladius sp.								+
Polypedilum (Tripodura) scalaenum Scalaenum								+
Psectrocladius nevalis Akhrorov								+
Tanytarsus mendax Kieffer								+
Сем. Ephydriidae								
Scatella sp.	+	+	+					
Сем. Limoniidae								
Helius longirostris Meig.								+
Сем. Psychodidae								
Clytocerus crispus Vailant				+				
Сем. Scathophagidae								
Scathophagidae indent.	+							
Сем. Syrphidae								
Eristalis sp.			+					
<b>Всего видов</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>15</b>

озерах от 1,28 до 11,44 г/м<sup>2</sup>, численность от 350 до 1505 экз./м<sup>2</sup>. Максимальные значения численности (3153 экз./м<sup>2</sup>) и биомассы (11,44 г/м<sup>2</sup>) отмечены для оз. Углового и оз. Мельничного (2002 экз./м<sup>2</sup>, 10,1 г/м<sup>2</sup>). Минимальные значения численности (350 экз./м<sup>2</sup>) и биомассы (1,85 г/м<sup>2</sup>) отмечены для оз. Большого Островного.

Максимальное разнообразие зообентонтов отмечено в олигогалинных озерах, а минимальное в уэгалинных (табл. 3). Максимальные значения биомассы (до 10,1 г/м<sup>2</sup>) как правило характерны для озер южной лесостепной подзоны, что соответствует альфа-мезотрофному – альфа-эвтрофному уровню развития зообентоса по шкале трофности В.П. Китаева [10]. Колебания биомассы зообентоса в зоне умерено засушливой степи были в диапазоне от 1,85 до 11,44 г/м<sup>2</sup>, что соответствует бета-мезотрофному – альфа-эвтрофному уровню развития. Минимальные значения биомассы зообентоса озер отмечены в сухой степи – 1,28 г/м<sup>2</sup>, что характерно для бета-олиготрофного уровня и по всей вероятности является следствием угнетающего действия высокого уровня минерализации. Ранее такая же тенденция была выявлена на значительном градиенте минерализации озер Барабинской низменности [11].

### Выводы

1. Минерализация воды исследованных озер изменяется от 359-387 мг/дм<sup>3</sup> до 122,2-140,6 г/дм<sup>3</sup>. По степени минерализации воды исследованных озер распределяются от гипогалинных пресных вод (оз. Ледорезное) до ультрагалинных соленых вод (оз. без названия, оз. Кулундинское).

2. По классификации О.А. Алекина воды большинства озер (кроме оз. Горькое и оз. Кулундинское) относятся к гидрокарбонатному классу группы натрия I типа.

3. В озерах внутреннего стока Кулундинской низменности и Касмалинской озерной системы обнаружено 38 видов зообентонтов из 4 классов: Hirudinea, Gastropoda, Crustacea, Insecta. Наибольшее число видов приходится на долю насекомых – 31 видов, далее по числу видов следуют: пиявки – 3 вида, брюхоногие моллюски – 3, ракообразные – 1.

4. Изученные водоемы характеризовались невысоким количеством зообентоса. Минимальные значения численности и биомассы в летний период характерны для оз. Кулундинского (357,5 экз./м<sup>2</sup>, 1,28 г/м<sup>2</sup>). Максимальные значения отмечены для оз. Углового (3153 экз./м<sup>2</sup>, 11,44 г/м<sup>2</sup>) и оз. Мельничного (2002 экз./м<sup>2</sup>, 10,1 г/м<sup>2</sup>).

Таблица 3

Средняя биомасса, уровень трофности, доминирующие таксоны зообентоса и минерализация воды озер Касмалинской системы и Кулундинской низменности

Озера	Минерализация, г/л	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Уровень трофности по С.П. Китаеву [10]	Количество видов	Доминирующие таксоны
Сухая степь						
Кулундинское	122,17-125,54	357,5	1,28	Бета-олиготрофный	3	Scathophagidae Ephydriidae Ceratopogonidae
Пресное	24,92-25,37	1215,5	2,42	Бета-олиготрофный	5	Ephydriidae Ceratopogonidae Chironomidae
Без названия	83,15-89,28	3503,5	5,11	Альфа-мезотрофный	3	Ephydriidae Ceratopogonidae
Умеренно засушливая степь						
Горькое	15,4-16,14	1143,6	6,8	Бета-мезотрофный	13	Heteroptera Ceratopogonidae Chironomidae
Угловое	3,23-3,29	3153	11,44	Альфа-эвтрофный	11	Chironomidae Ceratopogonidae Hirudinea
Большое Островное	10,07-10,17	350	1,85	Бета-олиготрофный	4	Chironomidae
Южная лесостепь						
Ледорезное	0,384-0,387	428,7	4,2	Альфа-мезотрофный	7	Chironomidae
Мельничное	0,557-0,748	2002	10,1	Альфа-эвтрофный	15	Chironomidae Odonata Ephemeroptera Trichoptera

- Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1953.
- Посохов, Е.В. Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция / Е.В. Посохов. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
- Никольская, Ю.П. Процессы солеобразования в озерах и водах Кулундинской степи / Ю.П. Никольская. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961.
- Китаев, С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон / С.П. Китаев // V съезд Всерос. гидроб. об-ва, ч. 2. – Куйбышев, 1986.
- Безматерных, Д.М. Уровень минерализации воды как фактор формирования зообентоса озер Барабинско-Кулундинской лимно биологической области / Д.М. Безматерных // Мир науки, культуры, образования. – 2007. – № 4 (7).

Статья поступила в редакцию 12.03.09

УДК 528.94

**И.Н. Ротанова**, канд. географ. наук, доцент, зам. директора по НР ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**В.Г. Ведухина**, канд. географ. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
**Ю.М. Цимбaley**, канд. географ. наук, в.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул

## ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены основные принципы и подходы водно-экологического картографирования с использованием геоинформационных технологий. Приведены основные результаты апробации предложенной методики.

**Ключевые слова:** ГИС-технологии водно-экологическое картографирование, подсистемы водно-экологических ГИС.

Исследования проблем качества водных ресурсов включают разработку и применение новых методов комплексного анализа разнородных данных о состоянии природной среды и ее отдельных компонентов, их пространственной и временной ординации, визуализации полученных результатов для принятия управленческих решений. В этом отношении широкие возможности для анализа состояния водных объектов и водосборных бассейнов открываются на основе использования геоинформационных подходов.

Развитие геоинформатики открыло новые возможности для картографического моделирования состояния окружающей среды в целом и в том числе для водно-экологического кар-

тографирования, которое позволяет анализировать и оценивать экологическое состояние водных объектов и способствовать решению вопросов охраны водных ресурсов.

Научная новизна предлагаемых результатов исследований заключается в практической апробации выполненных разработок: создании на основе геоинформационных средств серии картографических произведений водно-экологического содержания на территорию субъекта РФ, отдельные административные районы, бассейны рек, озер, отдельные населенные пункты, некоторые примеры которых приводятся в настоящей статье.

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

Библиографический список

- The lakes handbook. V. 1. Limnology and limnetic ecology / Ed. by P.E. O'Sullivan and C. S. Reynolds. – Blackwell Publishing, 2004. – 699 p.
- Биология солоноватых и гипергалинных вод / Под ред. Н.В. Аладина и В.В. Хлебовича. – Л., 1989. – 142 с. (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 196).
- Благовидова, Л.А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири / Л.А. Благовидова // Гидробиологический журнал – 1973. – Т. 9, № 1.
- Руководство по гидрохимическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992.
- Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод / О.П. Оксик, В.Н. Жукинский, П.Н. Брагинский [и др.] // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4.

Для полноценного научного оформления рассматриваемого направления понадобилось научное обобщение опыта работ, разработка единого методологического подхода к созданию водно-экологических карт с выделением основных принципов исследования, тематическое наполнение подсистем водно-экологических ГИС.

Среди общенаучных принципов, применимых к водно-экологическому картографированию с использованием ГИС-технологий наиболее важными являются принципы системности картографирования и картографического моделирования.

Первый принцип определяют: выбор объекта оценки (система «объект-среда»); центрального субъекта оценки; целевой ориентации; критериев объективности информации; логичность, внутреннее единство и тематическое содержание карт, используемых в водно-экологических исследованиях.

Принцип картографического моделирования включает: математическую формализацию, картографическую символизацию, картографическую генерализацию, открытость легенды, картографическую комплексность и синтезацию.

В обобщающем виде ГИС представляет информационную систему, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Структура водно-экологической ГИС состоит из подсистем, которые отражают особенности объекта исследования и наблюдений над ним.

*Подсистема сбора данных* служит для определения источников информации, проведения оценки ее качества, разделения на первичную и вторичную, предпроцессорной подготовки данных. При создании водно-экологической ГИС основными источниками первичных данных являются топографические и тематические карты, сведения государственного водного реестра и государственного мониторинга водных объектов. К вторичной информации относятся картографические и атрибутивные данные, полученные в результате обработки, анализа или интерпретации исходных материалов.

*Подсистема ввода данных* включает в себя операции по переводу аналоговых данных в цифровое представление. Параллельно с вводом необходимо ведение реестра данных ГИС (как графических, так и атрибутивных). Реестр дает возможность осуществлять поиск, вести контроль и статистику.

*Подсистема хранения данных.* Для управления этой подсистемой используется интерфейс, с помощью которого создается и преобразовывается графическая и текстовая информация непосредственно в среде ГИС, либо производится передача управления по ее вводу во внешние (по отношению к ГИС) программные инструменты. Основу подсистемы организации и хранения данных водно-экологической ГИС составляют картографические (КБД) и атрибутивные базы данных (АБД), содержащие информацию о водных объектах и их бассейнах.

*Подсистема информационной обработки КБД и АБД* включает поиск и формирование выборки объектов и информации, вычисление статистических показателей, пространственное моделирование или заполнение стандартных форм вывода данных.

*Подсистема анализа и моделирования* состоит из различных по своим функциональным назначениям блоков: статистики, картографического и математико-картографического моделирования.

В блоке статистики вычисляются такие характеристики, как количество, сумма, максимальное, минимальное, среднее, среднеквадратическое отклонение, коэффициенты вариации, асимметрии для выборки, полученной путем формирования запроса относительно периода наблюдений по годам и по месяцам.

Водно-экологическая ГИС должна иметь аппарат построения цифровых картографических моделей изучаемых объектов и явлений. Наиболее распространенным способом представления данных является создание векторных негеографических данных (изолинии, контуры рек и водохранилищ). Моделирование происходит с использованием методов пространственной интерполяции или экстраполяции.

Под математико-картографическим моделированием (МКМ) понимают построение и анализ математических моделей по данным, снятым с карты, а также создание новых производных карт на их основе. При этом образуются цепочки и циклы: карта – математическая модель – новая карта – новая математическая модель. Ценность МКМ заключается в том, что его можно использовать как для выявления водно-экологических закономерностей, взаимосвязей и взаимодействий, так и для определения неоднородностей водного объекта или водосбора. Как правило, реализация МКМ базируется на основе корреляционного, факторного и кластерного анализа, создания регрессионных моделей. Картографирование полученных результатов моделирования позволяет получить новое видение водных объектов и их характеристик [1].

*В подсистеме визуализации* реализуются различные способы отображения (картографические, графические, табличные и др.) как исходной информации, так и результатов моделирования. Создание картограмм, картодиаграмм, сложных легенд или других форм представления пространственной тематической информации дает возможность кругу пользователей выполнять анализ изучаемых процессов и явлений.

*Подсистема вывода данных* служит для создания форм стандартных компоновок и отчетов. Для каждого исследуемого объекта или группы существуют свои компоновки, учитывающие их особенности. Использование такого подхода позволяет сформировать набор форм, включающий их основные характеристики.

Из перечисленных подсистем одной из наиболее значимых и отражающих тематическую ориентацию ГИС является подсистема хранения данных. Поэтому важнейшим этапом эколого-географических исследований является разработка структуры баз геоданных, которая определяется, в первую очередь, целями, задачами и объектом картографирования, практической направленностью карт, масштабом, пространственным охватом и рядом других характеристик и т.д. [2-3].

В качестве примера апробации предлагаемой методики можно привести разработанные в настоящее время тематическое содержание и структуру водно-экологической базы геоданных, характеризующие уровень и природно-антропогенные факторы загрязнения поверхностных вод на региональном и субрегиональном уровнях (на примере территории Алтайского края и бассейна р. Алей). При этом в качестве основных тематических блоков выделяются следующие карты: базовые «адресные», качества поверхностных вод, условий самоочищения поверхностных вод, антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны, комплексная ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и уровню загрязнения поверхностных вод.

*Базовые «адресные» карты* представляют собой цифровую картографическую основу тематического картографирования с соответствующей атрибутивной базой геоданных.

*Карты качества поверхностных вод* отображают уровень загрязнения поверхностных вод по индексу загрязнения воды (ИЗВ) и кратность превышения нормативов по основным показателям, характеризующим уровень загрязнения водных объектов.



Карты условий самоочищения поверхностных вод отображают условия самоочищения поверхностных вод за счет трансформации загрязняющих веществ интегральных условий самоочищения рек (с учетом трансформации и разбавляющей способности), согласно методике В.А. Скорнякова с соавт. [4].

Карты состояния поверхностных вод			
Синтетические оценочные		Комплексные оценочные	
Карта качества поверхностных вод	Карты условий самоочищения поверхностных вод	Карта качества поверхностных вод	Карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и уровню загрязнения поверхностных вод
<p>Уровень загрязнения поверхностных вод (ИЗВ)</p> <p>Очень чистые (≤ 0,3) Чистые (0,3-1,0) Умеренно загрязненные (1,0-2,5) Загрязненные (2,5-4,0) Грязные (4,0-6,0) Очень грязные (6,0-10,0) Чрезвычайно грязные (&gt; 10,0)</p>	<p>Условия самоочищения поверхностных вод с учетом трансформации загрязняющих веществ</p> <p>△ благоприятные (1 класс) △ относительно благоприятные (2 класс) △ средние (3 класс) △ неблагоприятные (4 класс)</p> <p>Условия самоочищения поверхностных вод с учетом трансформации и разбавляющей способности</p> <p>△ очень хорошие (1 класс) △ хорошие (2 класс) △ относительно хорошие (3 класс) △ средние (4 класс) △ плохие (5 класс) △ очень плохие (6 класс)</p>	<p>Уровень загрязнения по основным показателям (доли ПДК и нормативов)</p> <p>Показатели качества воды</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> БПК</li> <li><input type="checkbox"/> ХПК</li> <li><input type="checkbox"/> Азот аммонийный</li> <li><input type="checkbox"/> Азот нитритный</li> <li><input type="checkbox"/> Фосфаты</li> <li><input type="checkbox"/> Нефтепродукты</li> <li><input type="checkbox"/> СПАВ</li> <li><input type="checkbox"/> Кислород растворенный</li> <li><input type="checkbox"/> Железо общее</li> <li><input type="checkbox"/> Медь</li> </ul>	<p>Уровень загрязнения поверхностных вод</p> <p>Очень чистые Чистые Умеренно загрязненные Загрязненные Грязные Очень грязные Чрезвычайно грязные</p>

Карты антропогенной нагрузки на поверхностные вод				
Частные инвентаризационные		Частные оценочные		Комплексные оценочные
Карты антропогенной нагрузки на водные объекты	Карты антропогенной нагрузки на водосборные бассейны	Карты антропогенной нагрузки на водные объекты	Карты антропогенной нагрузки на водосборные бассейны	Карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и уровню загрязнения поверхностных вод
<p>Водоотведение сточных вод в реки и озера, куб м</p> <p>Структура загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами предприятий</p> <p>Основные загрязняющие вещества, поступающие со сточными водами предприятий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Азот аммонийный</li> <li><input type="checkbox"/> Азот нитритный</li> <li><input type="checkbox"/> Азот нитратный</li> <li><input type="checkbox"/> Железо общее</li> <li><input type="checkbox"/> СПАВ</li> <li><input type="checkbox"/> Фосфор общий</li> </ul> <p>Объем водоотведения сточных вод по замыкающим створам рек, тыс. куб. м.</p> <p>Структура водоотведения сточных вод по замыкающим створам рек</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> промышленные</li> <li><input type="checkbox"/> городских населенных пунктов</li> <li><input type="checkbox"/> сельских населенных пунктов</li> <li><input type="checkbox"/> других источников загрязнения</li> </ul>	<p>Количество выносимых минеральных / органических удобрений / адюнктов, тонн</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 0-10 / 0-100 / 0-10</li> <li><input type="checkbox"/> 11-50 / 101-500 / 11-50</li> <li><input type="checkbox"/> 51-100 / 501-1000 / 51-100</li> <li><input type="checkbox"/> 101-500 / 1001-5000 / 101-150</li> <li><input type="checkbox"/> 501-1000 / 5001-10000 / 151-200</li> <li><input type="checkbox"/> 1001-5000 / 10001-50000 / 201-250</li> <li><input type="checkbox"/> &gt;5000 / &gt;50000 / &gt;250</li> </ul> <p>Водоотведение сточных вод в отстойниках, поля фильтрации, неорганизованное водоотведение, куб м</p> <p>Суммарный показатель загрязнения снежного покрова*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 0-10</li> <li><input type="checkbox"/> 101-500</li> <li><input type="checkbox"/> 501-1000</li> <li><input type="checkbox"/> 1001-1500</li> <li><input type="checkbox"/> &gt;15000</li> </ul> <p>Модуль стока, л/с км. кв.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 0-0,6</li> <li><input type="checkbox"/> 0,61-1,89</li> <li><input type="checkbox"/> 1,9-2,5</li> <li><input type="checkbox"/> 2,51-5,04</li> <li><input type="checkbox"/> &gt;5,04</li> </ul> <p>Группы ландшафтов по положению в ряду геохимического сопряжения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Группа эволюционных ландшафтов</li> <li><input type="checkbox"/> Группа аккумулятивно-эволюционных ландшафтов</li> <li><input type="checkbox"/> Группа трансэволюционных ландшафтов</li> <li><input type="checkbox"/> Группа трансакумулятивных ландшафтов</li> <li><input type="checkbox"/> Группа суперэволюционных ландшафтов</li> <li><input type="checkbox"/> Группа субэволюционных ландшафтов</li> </ul> <p>Густота речной сети, км/км. кв</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 0-0,1</li> <li><input type="checkbox"/> 0,11-0,2</li> <li><input type="checkbox"/> 0,21-0,4</li> <li><input type="checkbox"/> 0,41-0,6</li> <li><input type="checkbox"/> &gt;0,6</li> </ul> <p>Эродированность почвенного покрова*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Эрозионоопасные</li> <li><input type="checkbox"/> Слабо подверженные водной эрозии</li> <li><input type="checkbox"/> Средне подверженные водной эрозии</li> <li><input type="checkbox"/> Сильно подверженные водной эрозии</li> <li><input type="checkbox"/> Дефляционноопасные</li> <li><input type="checkbox"/> Слабо подверженные ветровой эрозии</li> <li><input type="checkbox"/> Средне подверженные ветровой эрозии</li> <li><input type="checkbox"/> Сильно подверженные ветровой эрозии</li> </ul> <p>Залесенность, %</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> &lt;10</li> <li><input type="checkbox"/> 10-30</li> <li><input type="checkbox"/> 31-40</li> <li><input type="checkbox"/> 41-60</li> <li><input type="checkbox"/> &gt;60</li> </ul>	<p>Ранжирование водных объектов по коэффициенту разбавления сточных вод (уровень антропогенной нагрузки)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1 (очень низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 2 (низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 3 (средний)</li> <li><input type="checkbox"/> 4 (высокий)</li> <li><input type="checkbox"/> 5 (очень высокий)</li> </ul> <p>Ранжирование бассейнов по потенциалу выноса загрязняющих веществ: с учетом залесенности, эродированности почвенного покрова, ландшафтных условиях, густоте речной сети, модулю поверхностного стока</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1 (очень низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 2 (низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 3 (средний)</li> <li><input type="checkbox"/> 4 (высокий)</li> <li><input type="checkbox"/> 5 (очень высокий)</li> </ul>	<p>Ранжирование водных объектов и их бассейнов по уровню антропогенной нагрузки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1 (очень низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 2 (низкий)</li> <li><input type="checkbox"/> 3 (средний)</li> <li><input type="checkbox"/> 4 (высокий)</li> <li><input type="checkbox"/> 5 (очень высокий)</li> </ul> <p>Структура природно-антропогенных факторов, определяющих качество поверхностных вод</p> <p>Антропогенные факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> водоотведение в реки и озера</li> <li><input type="checkbox"/> Водоотведение в отстойниках, поля фильтрации, неорганизованное водоотведение</li> <li><input type="checkbox"/> промышленных предприятий</li> <li><input type="checkbox"/> городских населенных пунктов</li> <li><input type="checkbox"/> животноводства</li> <li><input type="checkbox"/> сельских населенных пунктов</li> <li><input type="checkbox"/> сельского хозяйства</li> <li><input type="checkbox"/> прочих источников</li> <li><input type="checkbox"/> загрязнение снежного покрова</li> </ul> <p>Агролесное преобразование территории</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> внесение адюнктов</li> <li><input type="checkbox"/> внесение минеральных удобрений</li> <li><input type="checkbox"/> внесение органических удобрений</li> </ul> <p>Природные факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> модуль поверхностного стока</li> <li><input type="checkbox"/> густота речной сети</li> <li><input type="checkbox"/> положение ландшафтов в ряду геохимического сопряжения</li> <li><input type="checkbox"/> эродированность почвенного покрова</li> <li><input type="checkbox"/> залесенность</li> </ul>	

Примечание: \* помечены условные знаки, используемые только при картографировании на субрегиональном уровне

Рис. Унифицированная легенда карт водно-экологической тематики

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 07-05-00869.

Карты антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны включают инвентаризационные и оценочные слои. Инвентаризационные слои отображают абсолютные значения исходных показателей. Оценочные слои отображают ранжирование объектов картографирования по показателям антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и возможности выноса загрязняющих веществ в водные объекты.

Комплексная карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и загрязнению поверхностных вод обобщает содержание частных оценочных карт на качественно новом уровне. На основе комплекса показателей антропогенной нагрузки на поверхностные воды, природных условий выноса загрязняющих веществ с территорий водосбора и самоочищения поверхностных вод выделяются кластерные группы водных объектов и их водосборных бассейнов, которые ранжируются по уровню антропогенной нагрузки. Для определения уровня загрязнения поверхностных вод используется совместный пространственный анализ карт качества поверхностных вод по постам общегосударственной сети наблюдения за окружающей средой (ОГСН) и информационного слоя, отображающего уровень антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны. Такая оценка уровня антропогенной нагрузки и загрязнения поверхностных вод возможна для любого створа водосборного бассейна.

Помимо разработанной структуры баз геоданных для данной проблемно-ориентированной ГИС предлагается адаптированная под тематическое содержание легенда (рис.), которая представляет систему условных знаков, способствующих не только формированию пространственного образа отображаемого явления, но и выявлению взаимосвязей между показателями [5].

В качестве другого примера можно привести использование ГИС для анализа водохозяйственной обстановки бассейна р. Алей. На базе стандартных функциональных возможностей ГИС на примере бассейна р. Алей апробирована система оценки и геоинформационно-картографического представления уровня экологически безопасного водопользования, основанная на площадной оценке запасов подземных вод (в контексте ландшафтно-бассейнового подхода), анализе данных по уровню допустимого и фактического (на базе статотчетности) их изъятия и мониторинге ежегодного водопотребления.

## Библиографический список

1. Тикунов, В.С. Моделирование в картографии / В.С. Тикунов. – М.: Изд-во МГУ, 1997.
2. Экология России в картах / Н.Н. Комедчиков, А.А. Лютый, Д.С. Асоян [и др.] // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1994. – № 1.
3. Комплексное экологическое картографирование (Географический аспект): Учеб. пособие / Под ред. Н.С. Касимова Н.С. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997.
4. Скорняков, В.А. Картографирование условий самоочищения природных вод / В.А. Скорняков, Ю.С. Даценко, В.В. Масленникова / Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1997. – № 5.
5. Васмут, А.С. Унифицированная система условных знаков для туристических карт / А.С. Васмут, Р.В. Атоян, И.А. Дубровец // Геодезия и картография. – 1993. – № 7.

Статья поступила в редакцию 14.03.09

УДК 911.37: 911.9

*И.Д. Рыбкина, канд. географ. наук, с.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул*

## РОЛЬ ГОРОДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ: ЗАДАЧИ ГОРОДСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Обобщены материалы по проблемам загрязнения городов и промышленных центров Алтайского края. Анализируемые данные позволяют в полном объеме представить роль крупных населённых пунктов края в формировании его экологической ситуации. Выделены отрасли и предприятия, которые являются основными загрязнителями окружающей природной среды. Приводятся результаты исследований урбоэкосистем Барнаула и Бийска. Намечены перспективные направления городской экологической политики в крае.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, промышленный город, загрязнение, качество городской среды, городская экологическая политика.

Алтайский край в целом характеризуется благоприятной экологической ситуацией. Однако региональная обстановка не исключает проявления локальных экологических проблем, среди которых наиболее значимы загрязнение воздуха, воды и почвы, накопление промышленных и бытовых отходов. Основными источниками загрязнения окружающей природной среды являются предприятия по выработке тепла и электроэнергии (58,8 %), по производству и переработке сельскохозяйственного сырья (9,1 %), химии и нефтехимии (6,9 %), автомобильный транспорт (2,5 %) <sup>1</sup>.

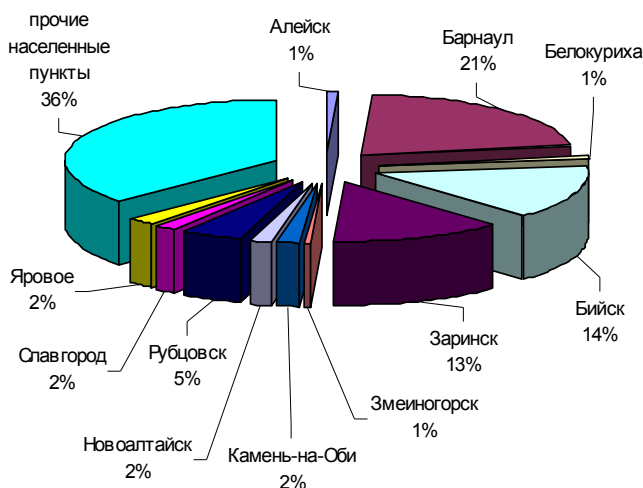


Рис. 1. Доля городов Алтайского края в валовых выбросах загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников

Ежегодно в атмосферу края выбрасывается 200-250 тыс. т загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, из них 75-80 % – на территории городов [1]. На долю одного только г. Барнаула приходится более 20 % валовых выбросов в крае (рис. 1). За последние пять лет отмечается тенденция сокращения выбросов загрязняющих веществ практически во всех городах края, исключение – г. Рубцовск и Яровое (рис. 2).

Проблемы загрязнения водных объектов Алтайского края также преимущественно связаны с городскими территориями. По данным за 2007 год, сброс сточных вод в крае составил свыше 270 млн. м<sup>3</sup>, из них 53,6 % сброшено нормативно-очищенными. При этом на долю предприятий гг. Барнаула и Бийска приходится 44,0 % и 42,0 %, соответственно (рис. 3).

За период 2004-2007 гг. отмечается тенденция сокращения объемов сброса сточных вод в Алтайском крае (на 3,4 %), в том числе загрязнённых – на 27,3 %, нормативно-очищенных – на 7,3 % [2]. Категорию загрязнённых сточных вод по данным 2007 года (рис. 4) образуют в основном стоки предприятий г. Рубцовска (41 % объемов загрязнённых сточных вод края) и г. Барнаула (26 %), нормативно-очищенных – преимущественно стоки предприятий г. Барнаула (76 % объемов нормативно-очищенных стоков края). За указанный период в Рубцовске произошло сокращение объемов загрязнённых стоков на 35,0 %. В Барнауле объёмы загрязнённых вод уменьшились на 22,5 %, а нормативно-очищенных – на 5,0 %.

В общую картину загрязнения в Алтайском крае свой вклад вносит накопление бытовых и промышленных отходов. Ежегодно в крае образуется около 1300-1500 тыс. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов (ТБО). Главными производителями ТБО являются города: Барнаул, Бийск, Рубцовск, Новоалтайск и Заринск (рис. 5). Отметим, что в четырех из названных городов наблюдается тенденция увеличения ТБО (в среднем на 10 %).

<sup>1</sup> Здесь и далее анализируются данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, Главного управления Алтайского края по природным ресурсам и охране окружающей среды (ГУПР), Территориального отдела водных ресурсов по Алтайскому краю Верхне-Обского бассейнового водного управления (БВУ).

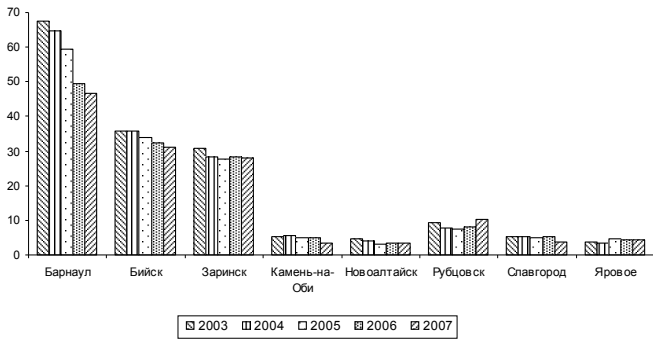


Рис. 2. Динамика выбросов вредных веществ, отходящих от стационарных источников, по городам Алтайского края, тыс. т

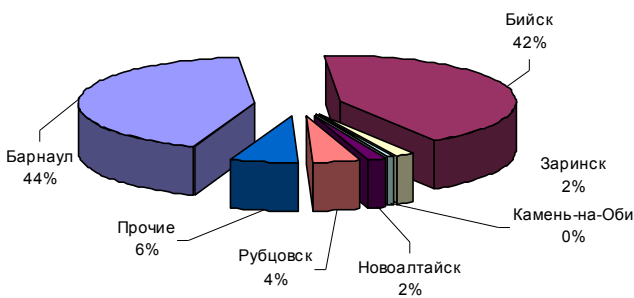


Рис. 3. Доля городов Алтайского края в общем объёме сбросов сточных вод

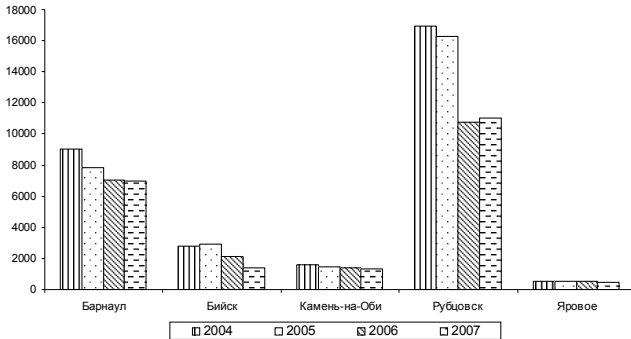


Рис. 4. Сброс загрязнённых сточных вод (без очистки и недостаточно очищенных) в городах Алтайского края, тыс. м<sup>3</sup>

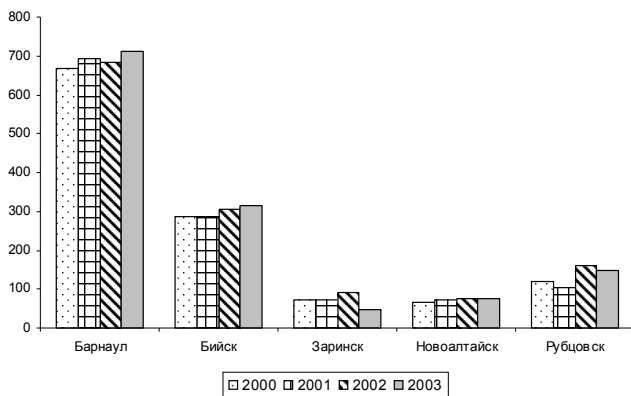


Рис. 5. Образование твердых бытовых отходов в городах Алтайского края, тыс. м<sup>3</sup>

На территории края накоплено 26,4 млн. тонн отходов производства и потребления, в том числе 15 млн. тонн в хвостохранилищах Алтайского ГОКа (г. Горняк), где закончена рекультивация старого хвостохранилища и ведется рекультивация нового [1]. Ежегодно образуется ещё 1,0-1,4 млн. тонн промышленных отходов [3; 4].

Наибольшую опасность представляют токсичные отходы. По данным Алтайского межрегионального управления по технологическому и экологическому надзору, в крае на начало 2007 года имелось в наличии 6,4 тыс. тонн отходов производства 1 и 2 классов опасности, основными поставщиками которых являются предприятия гг. Барнаула, Бийска и Рубцовска (рис. 6).

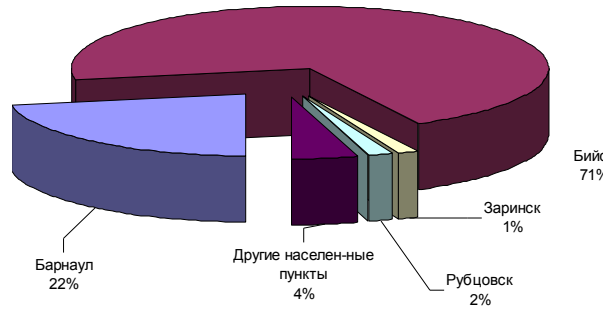


Рис. 6. Доля городов Алтайского края в общем количестве образовавшихся токсичных отходов производства

Анализируемые данные позволяют сделать вывод о том, что значительное негативное воздействие на природную среду и здоровье жителей Алтайского края имеют два города: Барнаул и Бийск. Фактически от их экологического состояния сегодня во многом зависит качество природной среды сельского окружения и на 70 % (именно столько городских жителей края проживает в этих двух городах и их пригородах) – здоровье горожан края. Между тем, городское и сельское население Алтайского края нуждается в качественной среде обитания и природных ресурсах для своей жизнедеятельности.

В рамках экосистемного подхода нами изучены закономерности функционирования и развития городской среды Барнаула и Бийска [5; 6]. Для этого по методике Б.Б. Прохорова [7] построены модели названных урбоэкосистем. Результаты следующие: Барнаул получает около 560 тыс. т природных ресурсов в виде воды, пищи и топлива, г. Бийск – 460 тыс. т. Общие объемы выбросов, стоков и отходов равны: для Барнаула – 455 тыс. т., для Бийска – 380 тыс. т.

Согласно моделей, потребление природных ресурсов и объемы загрязнений в Барнауле в 1,2 раза выше по сравнению с Бийском. Однако современный уровень загрязнения Бийска ничуть не ниже, чем Барнаула, а в ряде случаев выше (особенно если речь идет о загрязнении атмосферы [4]) и оценивается нами как критический [8]. При этом к основным факторам формирования качества среды городов нами отнесены: концентрация населения и производства, экологическая опасность (токсичность) отдельных промышленных предприятий, суммация загрязнений, самоочищающая способность природных компонентов.

Важное значение, на наш взгляд, также имеет территориальная организация хозяйства, имеющая непосредственное отношение к уровню загрязнения городов и их муниципальных районов. Например, избыточное поступление загрязняющих веществ, отходящих от рядом расположенных стационарных источников (промпредприятий), в экосистему города создает, так называемый, эффект суммации загрязнений, под которым мы в след за С.Н. Черкинским [9] понимаем усиление вредного действия этих веществ в случае их совместного присутствия

в одной из природных сред (водной или воздушной). Анализ производственной структуры городов Алтайского края на предмет суммации загрязнений по методике И.Н. Волковой [10] показывает, что только в восьми из 12 городов складываются благоприятные условия для проявления такого эффекта (табл.). Экологически неблагоприятные сочетания промышленных производств рассмотрены на примере г. Барнаула (рис. 7).

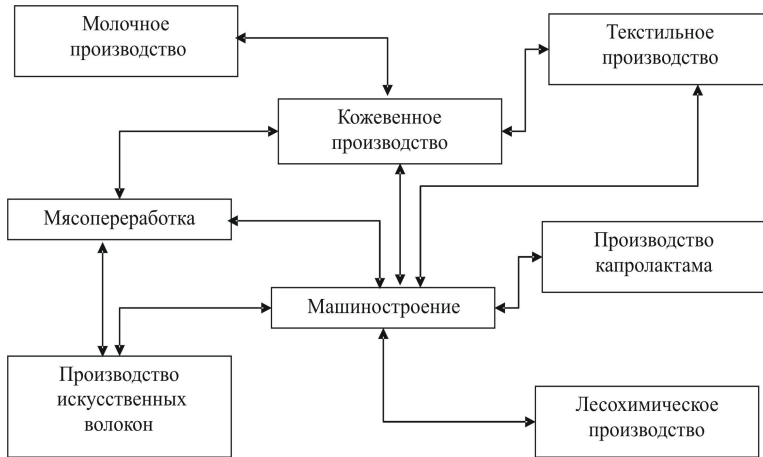


Рис. 7. Экологически неблагоприятные сочетания производств г. Барнаула

Число загрязняющих веществ и сочетаний промышленных производств, способствующих суммации загрязнений в водной и воздушной средах городов Алтайского края.

Города	В водной среде		В воздушной среде	
	число веществ	количество производств	число веществ	количество производств
Барнаул	306	10	1	1
Бийск	268	13	7	6
Рубцовск	44	2	0	0
Заринск	6	0	1	1
Новоалтайск	8	0	0	0
Алейск	16	0	1	1
Камень-на-Оби	32	1	0	0
Славгород	24	1	0	0

Между тем, в существующих градостроительных документах и стратегиях социально-экономического развития городов перечисленные факторы формирования экологического состояния отражены слабо. Не нашли применения и имеющиеся работы по оценке качества городской среды (например, работы Новосибирского НИИ гигиены МЗ РФ «Карта санитарного состояния атмосферного воздуха и здоровья населения г. Барнаула», «Условная схема формирования и размещения экологической инфраструктуры системы зеленых насаждений г. Барнаула»; созданные в ИВЭП СО РАН «Карта восстановленных ландшафтов» и «Карта современных ландшафтов и использование территории г. Барнаула» и др.), бесспорно заслуживаю-

щие внимания. В то же время и Барнаул, и Бийск нуждаются в собственной Концепции экологического развития, выстроенной на научно обоснованных принципах, с учетом экологических ограничений функционирования и современного состояния урбоэкосистем.

Подобные концепции в каждом городе должны стать основой для разработки направлений и механизмов экологической политики. Из разработанных ранее основных направлений [11] мы предлагаем большее внимание уделять снижению антропогенной нагрузки на территорию города, сохранению его биоразнообразия, экологическому аудиту и паспортизации экологически опасных промышленных предприятий и отдельных производств, повышению экологической культуры и грамотности горожан.

Несомненно, что на уровне задач городской экологической политики должны быть отражены специфические закономерности функционирования и развития конкретной урбоэкосистемы. Для Бийска такими задачами являются:

- территориальная реорганизация городского пространства (ее актуальность несколько не снижается, а только усиливает необходимость создания нового генплана города);
  - внедрение системы комплексного экологического мониторинга с целью составления реестра потенциально опасных химических и биологических веществ, регистрирующихся в компонентах урбоэкосистемы (актуальность этой задачи повышается в свете создания в Бийске наукограда и химико-фармацевтического кластера развития);
  - вынос особо опасных промышленных производств за черту города и даже пригорода из-за котловинного эффекта рельефа, усиливающего уровень загрязнения.
  - Для Барнаула специфическими задачами городской экологической политики могут стать:
    - сохранение и поддержание экологической инфраструктуры зеленых насаждений, запрет на застройку открытых пространств в центральной части города;
    - переселение людей, проживающих в пределах санитарно-защитных зон промышленных предприятий (по количеству таких жителей Алтайский край занимает одно из первых мест в России [12]);
    - оценка возможной суммации загрязняющих веществ в водной и воздушной средах отдельных муниципальных районов, основных промплощадок и кварталов города.
- Общими задачами городской экологической политики Алтайского края по-прежнему остаются: совершенствование технологий и технического оснащения промышленных предприятий, охрана отдельных компонентов экосистем городов и рациональное использование природных ресурсов, выявление источников экологической опасности и определение ареалов их негативного воздействия, проведение обязательной экологической экспертизы проектов строительства, формирование экологического каркаса городов, повышение уровня экологического образования горожан, экологическая сертификация товаров и услуг.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (грант № 07-02-00057а).

Библиографический список

1. Охрана окружающей среды в Алтайском крае. 2006: Анал. записка / В.М. Мочалов, Г.А. Проколова, Г.И. Русскова; под редакцией В.М. Мочалова: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю. – Барнаул, 2007.
2. Охрана окружающей среды в Алтайском крае. 2004-2007: Стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю. – Барнаул, 2008.

3. Материалы к Государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2003 году». – Барнаул: ГИПП «Алтай», 2004.
4. Материалы государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2006 году». – Барнаул, 2007.
5. Рыбкина, И.Д. Оценка экологического состояния административных районов города Барнаула / И.Д. Рыбкина // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2-1.
6. Рыбкина, И.Д. Экосистема города Бийска: проблемы и особенности функционирования, оценка качества среды жизни населения / И.Д. Рыбкина // Известия Бийского отделения Русского географического общества. 2007. Вып. 28.
7. Прохоров, Б.Б. Экология человека и экология города: комплексный подход / Б.Б. Прохоров, В.П. Казначеев, В.С. Вишаренко // Экология человека в больших городах. – Л., 1988.
8. Рыбкина, И.Д. Оценка экологической опасности в системах расселения Алтайского края: Автореф. на соиск. уч. ст. к.г.н. 25.00.36. – Барнаул, 2005.
9. Черкинский, С.Н. Гигиеническое нормирование при одновременном загрязнении водоемов несколькими вредными веществами / С.Н. Черкинский // Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами. Вып. 4. – М.: Медгиз, 1960.
10. Волкова, И.Н. Учет эффекта суммации загрязняющих веществ, поступающих в водную и воздушную среду промышленных центров / И.Н. Волкова // Взаимодействие хозяйства и природы в городских и промышленных геотехсистемах. – М.: ИГ АН СССР, 1982.
11. Основные направления по улучшению экологической обстановки, использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов Алтайского края на 2003-2010 годы. – Барнаул, 2003.
12. О санитарно-эпидемиологической обстановке в РФ в 2006 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007.

Статья поступила в редакцию 6.03.09

УДК 911.504

*Н.В. Стоящева, канд. географ. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул,  
Л.Н. Пурдик, канд. географ. наук, с.н.с., ИВЭП СО РАН, г. Барнаул*

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА В МАРГИНАЛЬНОЙ ЗОНЕ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ ЧАРЫШ)

Рассматриваются особенности формирования разноуровневого экологического каркаса бассейна средней реки Чарыш как репрезентативного для территории бассейна Верхней Оби, характеризующегося значительным ландшафтно-структурным разнообразием, обусловленным его переходным (маргинальным) характером: от равнины к высоким горам.

**Ключевые слова:** ландшафтно-геоморфологическая ярусность, ландшафтная структура, ООПТ, экологический каркас территории, природный каркас территории.

Значительная нарушенность и трансформированность ландшафтов в местах их интенсивной освоённости хозяйственной деятельностью (а юг Сибири практически полностью относится к такой зоне) ставит под угрозу ресурсообеспечивающие свойства природных систем для жизнедеятельности человека и заставляет последнего искать пути и способы поддержания экологического равновесия. Для решения этой проблемы географической наукой предложен способ организации территории на основе формирования экологического каркаса. Данная идея, хотя и является относительно новой, уже рассматривалась многими исследователями по отношению к различным регионам [1-7 и др.].

*Экологический каркас территории (ЭКТ)* – территориальная компенсационная система, состоящая из участков с различными режимами природопользования, и служащая благодаря гибкой системе природопользования обеспечению экологической стабильности территории. ЭКТ объединяет существующие механизмы поддержания экологической самоорганизации территории. Он включает как ООПТ, так и земли, на которые распространяются ведомственные меры экологической регламентации природопользования (по охране земель, лесов, водных ресурсов и т.д.). В экологический каркас также вводятся участки со щадящим режимом природопользования, при котором природные комплексы сохраняются в состоянии, близком к естественному (лесные земли, естественные кормовые угодья, районы пчеловодства, охотничьи хозяйства, рекреационные зоны и т.п.).

По правовому статусу элементы ЭКТ подразделяются на следующие составляющие: заповедные земли, где запрещена любая хозяйственная деятельность (основа ЭКТ); территории регламентированного использования, к которым относятся ООПТ с менее жесткими ограничениями использования (например, заказники), защитные леса и особо защитные участки лесов (бывшие леса I группы); земли, где ведется щадящее природопользование, не приводящее к коренным изменениям природных комплексов; нарушенные участки, нуждающиеся в рекультивации (реставрационный фонд ЭКТ), после восстановления вовлекаются в щадящее использование (пастбища, сенокосы и т.д.) [3].

Набор элементов экологического каркаса зависит как от уровня его проектирования, так и от степени освоённости территории, от приуроченности ее к той или иной природно-климатической зоне. Так, в староосвоенных степных регионах с высоким уровнем распашки ЭКТ строится за счёт выводимых из интенсивного использования участков: низкопродуктивных пашен, вторично засоленных земель, сбитых пастбищ, эрозионно нарушенных участков, карьеров, пустырей, свалок и т.д., формирующих реставрационный фонд. К примеру, экологический каркас засушливостепного Бурлинского района (Алтайский край) почти на 75 % состоит из земель реставрационного фонда [7]. На лесопокрытых территориях ЭКТ формируется, прежде всего, из лесных массивов.



Основным назначением экологического каркаса является обеспечение целостности *природного каркаса территории (ПКТ)* – системы участков «особой экологической ответственности» [8], от сохранности которой зависит способность всей территории поддерживать экологическое равновесие. «Узлами» ПКТ служат верховья основных рек, скопления озер, крупнейшие болота, ареалы наибольшей орографической расчлененности и т.п. Связывают «узлы» в единую систему транзитные «коридоры» – основные магистрали обмена веществом и энергией, миграции биотических компонентов ландшафта (речные долины, лесные полосы и другие природные комплексы, имеющие вытянутую форму). Выделение ПКТ целесообразно проводить в природных границах (например, речной бассейн), при этом уровень его элементов определяется иерархической организацией существующих в его пределах природных систем.

Анализ особенностей организации экологического каркаса территории осуществляется нами на примере бассейна средней по величине р. Чарыш (левый приток Оби), характеризующегося значительным ландшафтно-структурным разнообразием, обусловленным его переходным характером – от равнины к высоким горам. Бассейн Чарыша как элемент структуры бассейна Верхней Оби принимается в качестве модельного для юга Сибири по ландшафтному устройству.

*Основные черты ландшафтной структуры бассейна.* Изучение ландшафтной структуры бассейна Чарыша до уровня местностей [9] позволило выделить на этой территории геосистемы и более высокого уровня. Ландшафтная структура «задана» сложной геолого-геоморфологической конструкцией территории и отражает зонально-региональную, топологическую и высотную закономерности размещения в пространстве ландшафтных комплексов. Геолого-геоморфологическое строение определяет дифференциацию геосистем на пять геоморфологических макроструктур, сменяющихся в пространстве с севера на юг и по высотной ярусности (таблица).

#### Геоморфологические макроструктуры бассейна Чарыша

Ярусы	Ландшафтно-геоморфологические структуры	Абсолютные высоты, м	Площадь	
			%	км <sup>2</sup>
1	Приобское плато	220-280	19	4218
2	Предалтайская равнина	250-500	20	4440
3	низкогорья	500-1200	28	6216
4	среднегорья	1200-2000	22	4884
5	высокогорья, зоны: а – северная б – южная	выше 2000	2	444
			9	1998
	всего:		100	22200

В равнинной части (Приобское плато и предгорная равнина – 1 и 2 ярусы) господствующей зонально-коренной растительностью являются настоящие и луговые степи и остепненные разнотравно-злаковые луга. Среди них на повышенных элементах рельефа доминируют богаторазнотравно-типчачково-ковыльные сообщества. На пологих инсолируемых склонах – сухие разреженные разнотравно-типчачковые, полынно-типчачковые степи. В настоящее время междуречные пространства распаханы.

По понижениям, долинам ручьев и балкам сформированы мезофильные луговые степи, заросли кустарников, местами – небольшие лесные колки из березы, осины и сосны. В пойме Чарыша распространены злаково-разнотравные и влажноразнотравные луга, ивняки, тополиные группировки, а также болота.

В горной части бассейна отчетливо проявляется высотная поясность растительного покрова [10]. На низкогорном

и среднегорном ярусах макрорельефа (3, 4) сформировались три пояса растительности: степной, лесостепной и лесной.

Степной пояс подразделяется на два подпояса. Нижний расположен на высотах 400-500 м и представлен восточно-казахстанскими разнотравно-типчачково-ковыльными сообществами, верхний подпояс (500-800 м) образуют сочетания луговых степей с кустарниками.

Лесостепной пояс лежит на высотах 500-700 м и характеризуется закономерным сочетанием лесных и степных сообществ на склонах различных экспозиций. Для северных склонов характерно сочетание луговых степей, остепненных лугов, степных кустарников с березовыми, осиново-березовыми, лиственничными перелесками. На южных склонах доминируют степные ксерофитные виды.

Лесной пояс подразделяется на два подпояса: черневой тайги и горнотаежный. Черневая тайга опускается местами до высоты 350 м. Для нее характерны густой подлесок и присутствие лиственницы. Широко развиты вторичные березово-осиновые леса. Более обширный горнотаежный подпояс характеризуется большой амплитудой абсолютных высот – от 400 до 1800-2000 м. До высоты 1500 м господствуют березово-лиственничные леса, выше располагаются сочетания лиственничных и темнохвойных лесов, еще выше – полоса из темнохвойно-кедровых лесов.

На высокогорной макроступени (5) расположен субальпийский пояс, состоящий из высокотравных и низкотравных лугов. Высокотравные луга развиты у верхней границы леса, с ними сочетается ерниковый подпояс из березки карликовой. Среди формации низкотравных лугов широко распространены манжетково-гераниевые ценозы. Выше, с высоты 2000 м, располагается альпийско-тундровый пояс, состоящий из луговых, мохово-лишайниковых и каменистых формаций.

Природно-ландшафтная ярусность («ступенчатость») маргинального региона задает определённые особенности структуры его природного каркаса и специфические закономерности формирования экологического каркаса территории.

*Природный каркас территории.* На мегауровне резко различаются горная и равнинная части бассейна. Большая часть рассматриваемой территории приурочена к Алтайскому горному массиву (3-5 ландшафтно-геоморфологические ярусы), являющемуся «узлом» ПКТ мегауровня и играющему роль регулятора и перераспределителя воздушных и водных масс, определяющего сочетания типов ландшафтов на уровне природных стран (рис.).

В пределах «узла» ПКТ мегауровня макрорегиональной значимостью обладают западные передовые хребты Алтайских гор – Тигирекский, Коксуиский, Коргонский – как климатические барьеры и места формирования максимального на территории Сибири речного стока [11]. Особое значение при этом имеет их высокогорная часть. Хребты, кроме того, служат коридорами для миграции высокогорных животных.

На мезорегиональном уровне ПКТ дополняются следующими территориями.

- Высокогорная часть Башелакского хребта, а также все среднегорья (включая Кольванский хребет, отроги Теректинского и Ануиского хребтов). Хребты играют роль барьеров. Горно-таежные ландшафты среднегорий благодаря наличию крупных лесных массивов особо значимы для формирования и регулирования речного стока.

- Крупные лесные массивы, в том числе по низкогорьям. Леса способствуют формированию и регулированию стока рек, оказывают воздействие на климат, играют почвозащитную роль, являются очагами повышенного биоразнообразия.

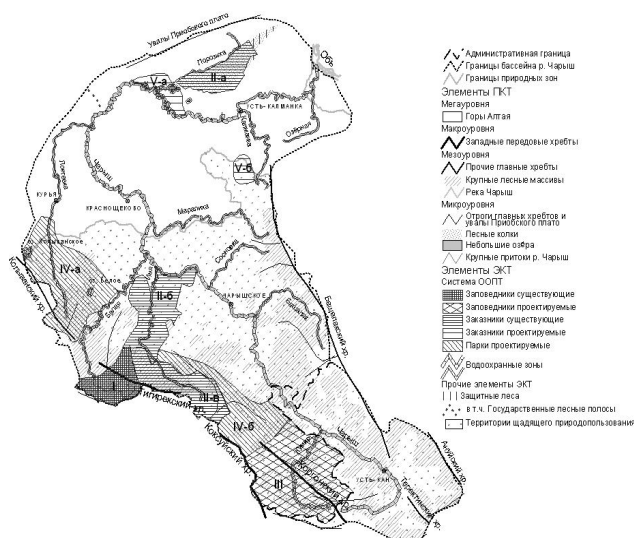


Рис. Экологический каркас бассейна р. Чарыш

*Существующие ООПТ:* I – Государственный природный заповедник Тигирекский; комплексные заказники краевого значения: II-a – Уржумский; II-б – Чинетинский; II-в – Чарышский. *Проектируемые ООПТ:* III – кластер заповедника Тигирекский – «Кумир»; IV-a – природный парк «Горная Колывань»; IV-б – национальный парк Гейлера; заказники: V-a – «Чупинский бор»; V-б – Орнитологический.

● Долина Чарыша выполняет функции дренажа всего бассейна, обеспечения горно-долинной циркуляции воздушных масс и формирования долинного мезоклимата. Долина реки представляет собой миграционный коридор для всего живого. Пойма служит местом обитания разнообразных видов животных и растений.

Элементами микроуровня являются следующие природные комплексы: отдельные вершины и отроги крупных хребтов; озёра (водоаккумулятивная функция, влияние на микроклимат, берега – место обитания разнообразных видов флоры и фауны); основные притоки Чарыша. Огромную роль для сохранения биоразнообразия играют участки естественной растительности и места концентрации редких видов растений. В горной части бассейна отмечается 5 участков естественной растительности [12; 13] и 28 мест концентрации «краснокнижных» видов.

В пределах равнинной части бассейна (южная периферия Приобского плато и Предальтайская предгорная равнина) отсутствуют элементы ПКТ мега- и макроуровня.

Мезорегиональное значение, как и в горной части бассейна, имеет долина р. Чарыш – основной транспортно-экологический коридор. Ландшафты долины служат местом обитания многочисленных животных и растений. Пойма реки оказывает тепляющее воздействие.

На микроуровне природный каркас дополняется следующими элементами: увалы Приобского плато (барьерно-распределительная функция); лесные колки (регулирование бокового стока, защита почв от эрозии, предоставление убежища для представителей флоры и фауны); озера; основные притоки Чарыша; участки естественной растительности. Последние в степной части, в связи с её глобальной распашкой, играют особую важную роль – уцелевшие ландшафты являются хранилищами биоразнообразия, а характерная для степи травяная растительность обеспечивает оптимальный водный режим и экологический баланс этой территории [14]. В равнинной части бассейна отмечается 9 малоизменённых участков типичной

степной растительности [13] и 2 места концентрации «краснокнижных» видов растений.

Основу *экологического каркаса* бассейна составляет система ООПТ (рис.).

● Заповедники и заказники. В настоящее время площадные ООПТ федерального и регионального уровней созданы лишь на части, относящейся к Алтайскому краю. Это государственный природный заповедник «Тигирекский» и три природных комплексных заказника краевого значения: «Чарышский», «Чинетинский» и «Уржумский». Первые два созданы для сохранения природных комплексов предгорных и горных ландшафтов Западного Алтая, последний – равнинных степных. Планируется создание следующих ООПТ: в горной части – кластерный участок государственного природного заповедника «Тигирекский» – «Кумир» и национальный парк «Гейлера»; в предгорьях – природный парк «Горная Колывань» и степной заказник «Орнитологический» [15]; в равнинной части – заказник «Чупинский бор».

● Водоохранные зоны. Водным кодексом РФ от 3 июня 2006 г. установлены следующие нормативные размеры водоохранных зон: для реки длиной до 10 км – в размере 50 м; 10-50 км – 100 м; от 50 км и более – 200 м. Ширина водоохранной зоны озера и водохранилища с акваторией более 0,5 км<sup>2</sup> устанавливается в размере 50 м [16].

● Памятники природы. На рассматриваемой территории утверждено 56 памятников природы, большинство из них – геологические объекты, сконцентрированные преимущественно в низкогорной части. Целесообразно создание памятников природы для сохранения участков естественной растительности, не охваченных системой ООПТ. В первую очередь внимания требуют фрагменты степей в равнинной части, лугово-лесные сообщества в Усть-Канской котловине, долина

Чарыша

в окрестностях пос. Сентелек с повышенной концентрацией «краснокнижных» видов растений.

● Зеленые зоны населенных пунктов, защитные полосы лесов вдоль транспортных магистралей и другие охраняемые территории защитного назначения.

Существующие и перспективные площадные ООПТ в большей или меньшей степени охватывают большинство элементов ПКТ макро- и мезоуровня. Исключение составляют ландшафты Башчелакского, Ануйского и Теректинского хребтов.

Дополняется ЭКТ бассейна р. Чарыш также следующими территориями.

● Защитные леса, к которым помимо лесов на землях ООПТ относятся Государственные лесные полосы, полевые защитные лесополосы и др.

● Территории шадящего природопользования. В данную категорию ЭКТ включаются все элементы ПКТ, не охваченные системой ООПТ.

Поскольку горы Алтая являются элементом природного каркаса мегауровня, в целях поддержания экологического равновесия в экологический каркас должно быть вовлечено 80-98 % горных ландшафтов [17]. Элементы природного каркаса, не охваченные системой ООПТ, вводятся в ЭКТ как территории шадящего природопользования. Это, прежде всего, все лесные массивы, не имеющие защитного статуса (большая часть лесов вне ООПТ в пределах рассматриваемой территории имеет эксплуатационное значение). Оптимальным способом ведения хозяйства в лесу является многоцелевое лесопользование, заключающееся в использовании всей совокупности функций лесных ресурсов, включая сбор дикоросов, рекреацию, охоту и др. [18; 19]. Безлесные склоны горных хребтов могут использоваться как участки традиционного живот-

новодства, охотничьего хозяйства, рекреационные зоны и др.

Выполненный анализ показывает, что горная часть бассейна, характеризующаяся значительной залесённостью, густой речной сетью, расчленённым рельефом, осложняющим хозяйственную деятельность, а также довольно развитой сетью ООПТ (существующие охраняемые территории занимают около 20 % общей площади, а с учётом проектируемых ООПТ – 40 %), в целом располагает достаточными условиями для оптимального формирования экологического каркаса.

В равнинной степной части бассейна не менее 40 % территории должно быть охвачено ЭКТ. Здесь каркас в большинстве своём формируется из земель реставрационного фонда. Дополнить ЭКТ и связать его воедино помогут различные типы защитных лесных полос. В пределах бассейна проходит участок Государственной лесной полосы Алейск-Веселовка, которая далее пересекает Кулундинскую равнину.

На Приобском плато ЭКТ занимает порядка 16 % территории, а с учётом перспективных ООПТ – около 18 %, что значительно меньше оптимального уровня. Необходимо расширение структуры каркаса за счёт перевода различных видов нарушенных земель в реставрационный фонд с последующим их щадящим использованием, а также обустройства дополни-

тельных лесных полос.

В предгорной части, на Предалтайской равнине, ЭКТ занимает ещё меньшую площадь – 6 % и около 10 % – с учётом перспективных ООПТ. Объясняется это недостаточной обеспеченностью полей полезными лесополосами (менее 5 %, тогда как на Приобском плато – порядка 10 %) и слабым развитием сети ООПТ. Вместе с тем, территория характеризуется высоким уровнем распахи на фоне значительной расчленённости рельефа. Всё это приводит к возникновению ряда экологических проблем, решить которые возможно с помощью формирования полноценной структуры экологического каркаса. При формировании дополнительных «узлов» каркаса особое внимание следует уделить обеспечению режима охраны сопочных массивов с хорошо сохранившимися фрагментами степей. Участки нарушенных земель, выводимых из интенсивного использования (реставрационный фонд), после их восстановления также будут осуществлять функции узловых элементов. Для построения сети экологических миграционных коридоров, которые свяжут «узлы» ЭКТ в единую систему, необходима организация лесополос государственного и регионального уровней. В частности, целесообразно рассмотреть вопрос о продлении ГЛП на юг до низкогорных лесных массивов.

#### Библиографический список

1. Владимиров, В.В. Расселение и окружающая среда / В.В. Владимиров. – М.: Стройиздат, 1982.
2. Сохина, Э.Н. Экологический каркас территории как основа системного нормирования природопользования / Э.Н. Сохина, Е.С. Зархина // Проблемы формирования стратегии природопользования. – Владивосток; Хабаровск, 1991.
3. Елизаров, А.В. Экологический каркас – стратегия степного природопользования / А.В. Елизаров // Степной бюллетень. – 1998. – Вып. 2-4.
4. Обеспечение экологического равновесия – основа устойчивого развития / З.Г. Мирзаханова, С.Д. Шлотгауэр, Б.А. Воронова, В.М. Сапаева // Территория: проблемы экологической стабильности (Амурский район в аспекте эколого-географической экспертизы) / Под ред. З.Г. Мирзахановой. – Хабаровск: Дальнаука, 1998.
5. Николаев, В.А. Культурный ландшафт – геоэкологическая система / В.А. Николаев // Вестн. МГУ. Сер. геогр. – 2000. – № 6.
6. Шварц Е.А. Охраняемые природные территории: вклад в устойчивое развитие России / Е.А. Шварц, А.С. Шестаков // Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России. – М.: Изд-во КМК, 2002.
7. Стоящева, Н.В. Экологический каркас территории и оптимизация природопользования на юге Западной Сибири (на примере Алтайского региона) / Н.В. Стоящева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007.
8. Кавалюскас, П. Системное проектирование сети особо охраняемых территорий / П. Кавалюскас // Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических геосистем. – М.: ИГ АН СССР, 1985.
9. Пурдик, Л.Н. Ландшафтная структура бассейна Чарыша / Л.Н. Пурдик // География и природопользование Сибири: Сб. ст. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. – Вып. 5.
10. Огуреева, Г.Н. Ботаническая география Алтая / Г.Н. Огуреева. – М.: Наука, 1980.
11. Атлас СССР. – М.: Гл. управл. геодез. и картограф., 1985.
12. Зеленая книга Сибири: Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. – Новосибирск: Наука. Сиб. издат. фирма РАН, 1996.
13. Королук, А.Ю. К развитию системы особо охраняемых природных территорий Алтайского края / А.Ю. Королук, Н.Н. Ляцинский (мл.), Г.С. Таран // Ботанические исследования Сибири и Казахстана: Сб. научн. статей. – Вып. 2. – Барнаул: Изд-во АГУ, 1996.
14. Измаильский, А.А. Как высохла наша степь / А.А. Измаильский. – Полтава, 1893.
15. Петров, В.Ю. Могильник и степной орёл в предгорьях Северо-западного Алтая (Башчелакский хребет) и на Приобском плато / В.Ю. Петров, В.Е. Денисов, Е.И. Денисов // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видовой разнообразия и генофонда: Мат. региональн. научн.-практ. конф. – Барнаул, 2002.
16. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ.
17. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990.
18. Хаммонд, Х. Экосистемный подход к целостному лесопользованию / Х. Хаммонд // Россия Азиатская. Лес без границ (к проблеме неистощительного лесопользования). – 1996. – № 1.
19. Шейнгауз, А.С. Многоцелевое лесопользование: опыт разработки системы понятий / А.С. Шейнгауз // География и природные ресурсы. – 1984. – № 2.

Статья поступила в редакцию 12.03.09



УДК 556.531.4

**А.Т. Зиновьев**, канд. физ.-мат. наук, с.н.с., зав. лабор. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул  
**К.Б. Кошелев**, канд. физ.-мат. наук, доц., с.н.с. лабор. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул

### ЧИСЛЕННЫЙ ПРОГНОЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ЭВЕНКИЙСКОЙ ГЭС

В статье развиваются методы количественного прогнозирования воздействия крупномасштабного гидротехнического строительства на качество воды на зарегулированных участках рек. В качестве примера выполнено компьютерное моделирование гидротермических и гидрохимических процессов в Эвенкийском водохранилище на перспективу строительства высоконапорной ГЭС на р. Нижняя Тунгуска. Рассмотрено влияние формирующейся вертикальной плотностной стратификации на показатели качества воды как в водохранилище, так и сбрасываемой в нижний бьеф.

**Ключевые слова:** водохранилище, вертикальная стратификация, качество воды, кислородный режим, математическое моделирование.

Развитие математических моделей гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических процессов в глубоких внутренних водоемах имеет большой научный интерес для количественного прогнозирования состояния возникающих экосистем водохранилищ при строительстве высоконапорных ГЭС. Для глубоких водохранилищ, как правило, характерно формирование вертикальной плотностной (обычно температурной) стратификации. Наличие такой стратификации существенно затрудняет процесс эффективного перемешивания водных масс по глубине и создает, в частности, условия для вертикальной неоднородности растворенных примесей и газов. Так, в глубоких термически стратифицированных водохранилищах часто отмечается вертикальная неоднородность растворенного кислорода [5].

Кислородный режим является одним из основных показателей экологического состояния водоемов, поскольку практически все внутриводоемные химические и микробиологические процессы протекают с участием или в присутствии растворенного кислорода. Его дефицит приводит, как правило, к структурной перестройке всего цикла круговорота веществ в водоеме. К примеру, снижение концентрации растворенного кислорода ниже допустимых норм отрицательно сказывается на ихтиофауне, появляются заморные явления и, как следствие, снижается рыбная продуктивность водохранилищ. Для корректного прогнозирования изменения содержания растворенного кислорода в воде при строительстве крупных и глубоких водохранилищ учет формирования вертикальной плотностной стратификации принципиально важен [5].

При количественной оценке изменения качества воды в р. Нижняя Тунгуска на перспективу строительства Эвенкийской ГЭС важными вопросами являются содержание растворенного кислорода и уровень минерализации в воде будущего водохранилища [8]. Высокий уровень залесенности зоны затопления в случае сооружения плотины ГЭС обуславливает решение вопроса о влиянии затопления большого объема древесно-кустарниковой растительности на качество воды в водохранилище. Достаточно высокий естественный уровень минерализации поверхностного стока в районе гидростроительства требует оценки возможной минерализации вод Эвенкийского водохранилища.

Для прогноза этих показателей качества воды в Эвенкийском водохранилище были использованы методы математического моделирования процессов переноса растворенного кислорода и растворенной примеси в глубоком слабо проточном водоеме в рамках одномерного вертикального приближения.

*Математическая модель*, описывающая кислородный режим глубокого стратифицированного водохранилища состоит из двух основных блоков. Гидродинамический блок слу-

жит для воспроизведения формирования плотностной стратификации водохранилища. Данная задача решается путем использования системы уравнений, реализующих одномерную вертикальную гидротермическую модель глубокого водохранилища [1]. Гидрохимический блок модели предназначен как для описания процесса переноса растворенных солей, так и кислородного режима стратифицированного водохранилища. Пространственно-временная динамика общей минерализации в водной толще прогнозируется с использованием подхода, предложенного в работе [2] для описания поведения растворенной консервативной примеси в водохранилище. В отсутствие надежной информации о возможных дополнительных источниках солей в ложе будущего водохранилища моделировался лишь перенос в водохранилище растворенных примесей, поступающих с речным стоком.

Собственно модель кислородного режима глубокого водоема базируется на принципах, предложенных Стритером и Фелпсом. Стандартные уравнения этой модели записаны в предположении однородности распределения химических параметров по горизонтальным слоям водохранилища. Используемая в работе система уравнений, описывающая поведение кислорода в глубоком стратифицированном водоеме, в общем случае включает три переменных: растворенный кислород, растворенное лабильное органическое вещество и взвешенное органическое вещество [7]. Вертикальное распределение этих показателей рассматривается с учетом их переноса конвекцией и диффузией.

Хорошо известно, что скорость окисления твердых частиц много меньше аналогичного процесса для растворенного органического вещества. Поэтому в общем случае моделируемый окислительный процесс разделяется на две стадии: первая – это декомпозиция или растворение органического вещества осадков (сорбированное органическое вещество); вторая – биохимическое окисление лабильного органического вещества [7]. Кроме того, учитывается потребление кислорода на границе «вода-дно». При отсутствии достоверной информации о взвешенном органическом веществе влиянием его окисления на содержание растворенного кислорода в воде пренебрегается. В соответствии с принятыми предположениями уравнения «кислородного» подблока общей модели записываются в следующем виде:

$$\frac{\partial(\Omega C)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}(Q_w C) = \frac{\partial}{\partial z}\left(\Omega K_c \frac{\partial C}{\partial z}\right) + q_{in} C_{in} - q_{out} C - \Omega k_L L + \frac{\partial}{\partial z}\left[\int_{\Omega_w(z)} \dot{j} \cdot d\Omega\right], \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\Omega L)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}(Q_w L) = \frac{\partial}{\partial z}\left(\Omega K_L \frac{\partial L}{\partial z}\right) + q_{in} L_{in} - q_{out} L - \Omega k_L L, \quad (2)$$

где  $C(z, t)$  – концентрация растворенного кислорода ( $\text{мг O}_2 \text{ л}^{-1}$ );  $L(z, t)$  – лабильное органическое вещество ( $\text{мг O}_2 \text{ л}^{-1}$ );  $K_C, K_L$  – коэффициенты эффективной диффузии;  $k_L$  – постоянная скорости окисления лабильного органического вещества;  $j$  – поток потребления кислорода на границе «вода-дно» ( $\text{мг O}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ );  $\Omega(z)$  – площадь зеркала водоема на высоте  $z$  от дна.

Граничные условия для уравнений (1)-(2) следующие:

$$\text{для } z = 0$$

$$K_C \frac{\partial C}{\partial z} = 0 \quad ; \quad K_L \frac{\partial L}{\partial z} = 0 \quad ; \quad (3)$$

$$\text{для } z = H$$

$$K_C \frac{\partial C}{\partial z} = k_r (C_S - C) \quad ; \quad K_L \frac{\partial L}{\partial z} = 0 \quad ; \quad (4)$$

Здесь  $k_r$  – скорость обмена кислородом через границу «воздух-вода»;  $C_S$  – концентрация насыщения растворенным кислородом.

Для определения коэффициента  $k_r$  используется стандартная формула Бэнкса [6]. В постановке гидротермической задачи имеется определенная специфика, связанная с формированием ледяного покрова в зимний период года. Наличие или отсутствие льда на поверхности водохранилища следует учитывать, когда вычисляются потоки тепла и кислорода через границу раздела «вода-воздух» (или «вода-лед»). При наличии льда в (4) полагается  $k_r = 0$  (т.е. отсутствует поток кислорода на границе «вода-лед»).

Для расчета потребления кислорода на окисление затопленной растительности используются полуэмпирические формулы, в которых значение потока на границе раздела «вода-дно», в частности, пропорционально суммарной массе всех экстрагируемых веществ в затопленном биоматериале. Дополнительный (к естественному фону) "сток потребности" в кислороде идет на окисление органических веществ, экстрагируемых водой из затопленной растительности и почв. Полный поток органической массы  $G_n$  из биоматериала в воду в результате вымывания растворимых его компонентов рассчитывается по формуле (5), предложенной С.И. Прокофьевым:

$$G_n = \exp[\varepsilon(T/T_0 - 1)] M_n^S / (\sigma_n(B)\tau_n) = -\partial M_n / \partial t = -\partial M_n^S / \partial t, \quad (5)$$

где  $M_n$  – масса биоматериала вида  $n$  в рассматриваемом объеме;  $M_n^S$  – суммарная масса всех экстрагируемых веществ в биоматериале;  $\tau_n$  – характерное время экстракции;  $\sigma_n(B)$  – для древесной растительности поправка на толщину:  $\sigma_n(B) = \max\{0.074; B/B_0\}$ , а для недревесных биоматериалов  $\sigma_n = 1$ .  $B$  – средневзвешенная по всей высоте толщина ствола (ветвей);  $B_0$  – "стандартная" толщина (диаметр), принятая равной 0.25 м.  $\varepsilon = 0.7167$  – температурный коэффициент;  $T_0$  – "стандартная" температура = +10 °С.

В итоге имеем выражение (6) для потока (стока) кислорода у дна

$$\vec{j} = -\beta \eta(c) \sum_n (\chi_n G_n), \quad (6)$$

где  $\beta = 1.34730$ ;  $\chi_n$  – доля легко окисляемой органики среди экстрагируемых веществ;  $\eta(c) = c/c_S$  – поправка на "нестандартную" концентрацию растворенного кислорода.

В качестве уравнения состояния используется эмпирическое соотношение, учитывающее влияние температуры и минерализации воды на ее плотность [4]. Для задания начальных условий для уравнений (1)-(2) использованы значения соответствующих показателей качества воды в р. Нижняя Тунгуска. Для решения нелинейной начально-краевой задачи был использован консервативный полуявный численный алгоритм, основанный на методе контрольного объема и учитывающий ход уровня воды в водохранилище во времени. Решение задачи отыскивалось в пространстве естественных независимых переменных (время  $t$ , высота  $z$ ).

Численные расчеты выполнены для двух вариантов расположения створа гидроузла: 1-й – створ на расстоянии 59,5 км от устья р. Нижняя Тунгуска, отметка НПУ 110,00 мБС, 2-й – на расстоянии 120,0 км от устья, НПУ 200 мБС. Длина водохранилища при НПУ в 1-м варианте равна 695,5 км, объем – 48,51 км<sup>3</sup>; во 2-м варианте эти показатели будут 1229 км и 409,40 км<sup>3</sup> соответственно. Площади затопляемых земельных угодий равны 73,6 в 1-м варианте и 868 тыс. га во 2-м. Моделируемые процессы рассчитаны на 30 лет от начала заполнения водохранилища (т.е. для условий наполнения и проектного режима эксплуатации водохранилища). Для расчетов использованы натурные данные о расходах и температурах втекающей в водохранилище воды, содержании в ней растворенного кислорода и ее минерализации, сведения о метеорологических характеристиках в районе водохранилища.

Расчеты гидротермического режима Эвенкийского водохранилища показали, что с его наполнением достаточно быстро формируется температурная стратификация, весной и осенью сменяемая состояниями гомотермии. На рисунке 1 показано влияние учета минерализации воды на вертикальное распределение температуры воды в течение года. Изменение со временем температуры и солености втекающей воды могут приводить к немонотонности распределения температуры воды по вертикали. Однако следует отметить, что во всех расчетах плотность воды с глубиной возрастала (рис. 2).

Расчет общей минерализации в водохранилище выполнен с учетом данных об изменении солености воды, поступающей по основному руслу и с притоками. Точных данных о поступлении в водохранилище солей с подземными водами нет. Вымывание солей из затопленных почв на данном этапе исследований пренебрегалось. По оценкам для увлажненных территорий их вклад не превысит нескольких процентов [3]. Поэтому следует заключить, что полученные результаты по прогнозу солености воды в водохранилище, в целом, носят предварительный характер. На рисунке 3 представлены изолинии минерализации воды. Как видно, вблизи свободной поверхности достаточно быстро устанавливаются сравнительно невысокие значения уровня минерализации.

Расчеты кислородного режима показали, что распределение концентрации растворенного кислорода по глубине водохранилища будет определяться конкуренцией ряда факторов: содержанием кислорода в поступающей в водохранилище воде, потоками на границах разделов «воздух-вода» и «вода-дно», скоростью окисления органического вещества, вертикальным турбулентным обменом. В модели предполагается, что поток кислорода на границе раздела «вода-дно» определяется, в основном, вымыванием растворимых компонентов древесины, а при замерзании водохранилища такой поток через границу раздела «вода-лед» отсутствует. В расчетах принимается, что лесосводка на затопляемой территории проводиться не будет (до 92 % затопляемых площадей занято древесно-кустарниковой растительностью). На рис. 4 показана концентрация растворенного кислорода в приповерхностных слоях воды.

Из результатов расчетов следует, что показатели качества втекающей воды будут стабилизироваться по мере наполнения водохранилища. Так, температура вытекающей воды ста-

нет близкой к 4 еС (рис. 5). Минерализация сбрасываемой воды после некоторого повышения в начальные годы заполнения водохранилища затем уменьшится до величин менее 100 мг/л.

**Выводы.** Прогноз качества воды Эвенкийского водохранилища по температуре, минерализации и растворенному кислороду следующий:

– при заполнении водохранилища достаточно быстро возникнет вертикальная плотностная стратификация, при этом основная масса воды будет иметь температуру около 4 °С; летом накопление тепла будет происходить в поверхностных слоях водохранилища выше термоклина; максимальные температуры поверхностных слоев воды после заполнения водохранилища будут на 2-3 еС выше среднееголетней максимальной температуры воды в створе Б. Порог (125,0 км от устья р. Нижняя Тунгуска);

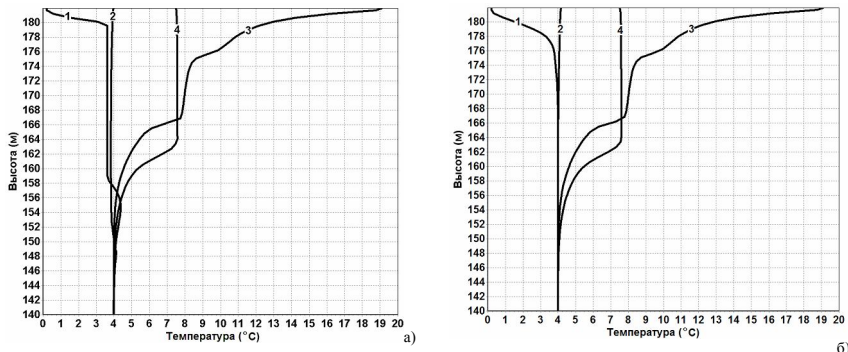


Рис. 1. Расчетные температуры поверхностных слоев воды (цифровые обозначения: 1 – 15 января, 2 – 15 мая, 3 – 15 июля, 4 – 15 сентября): а – с учетом влияния минерализации на плотность воды, б – без учета

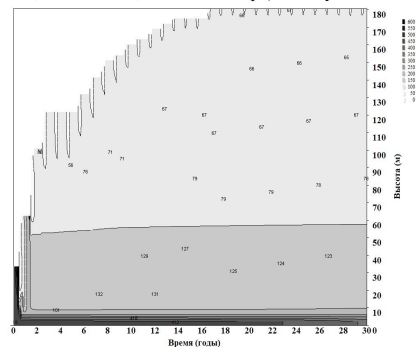


Рис. 3. Расчетные изолинии минерализации воды, мг/л

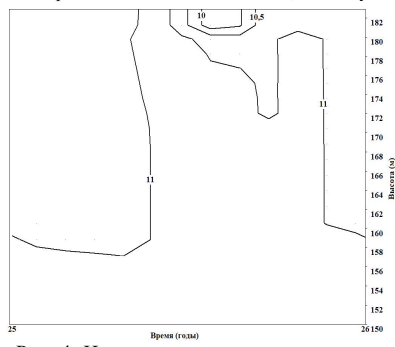


Рис. 4. Изолинии концентрации кислорода (мг/л) в поверхностном слое в течение года, 26-й расчетный год

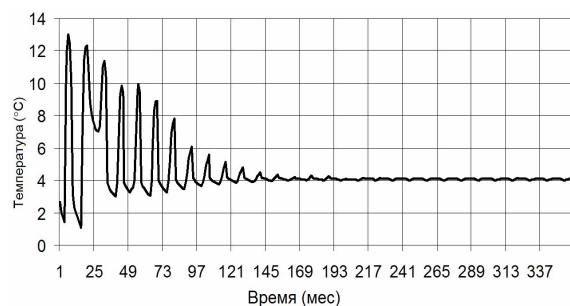


Рис. 5. Изменение температуры вытекающей воды с наполнением водохранилища

толщина ледяного покрова на водохранилище увеличится по сравнению с наблюдающейся толщиной льда в створе Б. Порог на 30-40 см;

– температура сбрасываемой в нижний бьеф воды в первые годы заполнения будет меняться в довольно широком диапазоне (до 10 °С), после заполнения водохранилища температура вытекающей воды установится около 4 °С;

– рассчитанные с учетом формирования вертикальной плотностной стратификации показатели качества воды в водохранилище по растворенному кислороду и минерализации, в целом, благоприятные; в течение первых лет заполнения водохранилища в поверхностных слоях воды зимой будет наблюдаться дефицит кислорода, однако с наполнением водохранилища он будет уменьшаться, а концентрации растворенного кислорода по всей глубине водохранилища станут близкими к кон-

– начало ледостава на водохранилище будет в конце первой декады октября, т.е. примерно в те же сроки, что и в естественных условиях на р. Нижняя Тунгуска; расчетная продолжительность ледостава составит 240-250 суток, освободиться ото льда водохранилище будет к концу мая – началу июня; максимальная

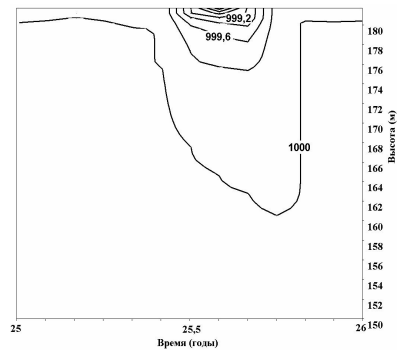


Рис. 2. Изолинии плотности поверхностных слоев воды с учетом влияния минерализации на плотность, 26-й расчетный год

центрациям насыщения. Расчеты показали, что минерализации поверхностных слоев воды будет менее 100 мг/л, а у дна значения минерализация будут около 400 мг/л.

Авторы статьи признательны академику РАН О.Ф. Васильеву за внимание к работе. При подготовке статьи использованы результаты НИИР по теме «Оценка современного состояния водной среды и прогноз ее изменения на перспективу строительства Эвенкийской ГЭС» (договор 8И/2008 от 03.07.08 между ОАО «Ленгидропроект» и ИВЭП СО РАН).

**Библиографический список**

1. Васильев, О.Ф. Математическое моделирование гидротермических процессов в глубоководных водоемах / О.Ф. Васильев, А.Т. Зиновьев, О.Б. Бочаров // Гидротехническое строительство. – 1991. – №7.
2. Васильев, О.Ф. Математическая модель миграции растворенной примеси в системе водохранилище - затопленные почвы / О.Ф. Васильев, А.Т. Зиновьев, П.В. Иванов, С.А. Сухенко // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20. – N 6.
3. Денисова, А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования / А.И. Денисова. – Киев: Наукова думка, 1979. Смирнов, Г.Н. Океанология. Учебников для вузов / Г.Н. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1974.
5. Хендерсон-Селлерс, Б. Инженерная лимнология / Б. Хендерсон-Селлерс. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
6. Banks, R.B. Some features of wind action on shallow lakes / R.B. Banks // Proc. ASCE, J. Env. Eng. Div. – 1975. - V. 101. – P. 813-827.
7. Ivanov, P.V. Mathematical modeling of dissolved oxygen dynamic in a deep reservoir / P.V. Ivanov, A.A.Kuzmin, A.T. Zinoviev // In Proc. IAWQ 17<sup>th</sup> Biennial Conference. – Budapest, 1994.
8. Эвенкийская ГЭС на р. Нижняя Тунгуска. Предварительные материалы и проект технического задания на проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) – [http://www.gidroogk.ru/file/main/global/company/invest/investprojects/PredOVO\\_S\\_11.06.08.pdf](http://www.gidroogk.ru/file/main/global/company/invest/investprojects/PredOVO_S_11.06.08.pdf)

Статья поступила в редакцию 18.03.09