

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ – АЛТАЙСКОЕ КРАЕВОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ВОО «РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

ИЗВЕСТИЯ АЛТАЙСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

(ИЗВЕСТИЯ АО РГО)

Журнал

ISSN 2410-1192

Декабрь 2016

№ 4 (43)

Основан в 1961 году

Выходит 4 раза в год

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА – Винокуров Ю.И., д.г.н., проф., г. Барнаул

ПОЧЕТНЫЙ ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – Васильев О.Ф., академик РАН, г. Новосибирск

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Барышников Г.Я., д.г.н., проф., г. Барнаул

Пузанов А.В., д.б.н., проф., г. Барнаул

Коржнев В.Н., к.г.-м.н., доц., г. Бийск

Ревякин В.С., д.г.н., проф., г. Барнаул

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР – Безматерных Д.М., к.б.н., доц., г. Барнаул

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ – Архипова И.В., к.г.н., г. Барнаул

ЧЛЕНЫ СОВЕТА:

Бутвиловский В.В., д.г.н., Германия

Красноярова Б.А., д.г.н., проф., г. Барнаул

Веснина Л.В., д.б.н., проф., г. Барнаул

Лузгин Б.Н., д.г.н., проф., г. Барнаул

Водичев Е.Г., д.и.н., проф., г. Новосибирск

Лхагвасурэн Чойжинжав, проф., Монголия

Гутак Я.М., д.г.-м.н., проф., г. Новокузнецк

Малолетко А.М., д.г.н., проф., г. Томск

Дунец А.Н., д.г.н., проф., г. Барнаул

Оберт А.С., д.м.н., проф., г. Барнаул

Егорина А.В., д.г.н., проф., Казахстан

Парамонов Е.Г., д.с.-х.н., проф., г. Барнаул

Ельчининова О.А., д.с.-х.н., доц., г. Горно-Алтайск

Подобина В.М., д.г.-м.н., проф., г. Томск

Заика В.В., д.б.н., доц., г. Кызыл

Попов П.А., д.б.н., проф., г. Новосибирск

Золотов Д.В., к.б.н., г. Барнаул

Ротанова И.Н., к.г.н., доц., г. Барнаул

Инишева Л.И., д.с.-х.н., проф., г. Томск

Сухова М.Г., д.г.н., г. Горно-Алтайск

Кириллов В.В., к.б.н., доц., г. Барнаул

Черных Д.В., д.г.н., г. Барнаул

Кирста Ю.Б., д.б.н., проф., г. Барнаул

Чибилев А.А., чл.-кор. РАН, г. Оренбург

Комарова Л.А., д.б.н., проф., г. Бийск

Яныгина Л.В., д.б.н., доц., г. Барнаул

Технический редактор – Пестова Л.В., к.с.-х.н.

Адрес издателя и редакции: 656038 Барнаул, ул. Молодежная, 1

Тел: (385-2) 364091, (385-2) 666507, факс (385-2) 240396, bulletin@rgo-altay.ru, <http://bulletin.rgo-altay.ru>

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ТУ22-00534. Подписной индекс в каталоге Роспечати 95004

© Известия Алтайского отделения Русского географического общества, 2016

г. Барнаул – 2016

FOUNDER AND PUBLISHER – ALTAY REGIONAL BRANCH
RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

BULLETIN OF THE ALTAY BRANCH OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

(BULLETIN AB RGS)

[IZVESTIYA ALTAYSKOGO OTDELENIYA RUSSKOGO GEOGRAFICHESKOGO OBSHCHESTVA
(IZVESTIYA AO RGO)]

Journal

ISSN 2410-1192

December, 2016

No 4 (43)

Founded in 1961

4 issues per year

EDITORIAL BOARD

EDITORS-IN-CHIEF– Prof. Yuri I. Vinokurov (Barnaul, Russia)

HONORARY PRESIDENT – Academician of RAS Prof. Oleg F. Vasiliev (Novosibirsk, Russia)

DEPUTY CHIEF EDITORS:

Prof. Gennadiy Ya. Baryshnikov (Barnaul, Russia)

Prof. Alexandr V. Puzanov (Barnaul, Russia)

PhD Viktor N. Korzhnev (Biysk, Russia)

Prof. Victor S. Revyakin (Barnaul, Russia)

MANAGING EDITOR – PhD Dmitry M. Bezmaternyh (Barnaul, Russia)

EXECUTIVE SECRETARY – PhD Irina V. Arkhipova (Barnaul, Russia)

THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

DrSc V. V. Butvilovsky (Dresden, Germany)

Prof. B. N. Luzgin (Barnaul, Russia)

DrSc D. V. Chernykh (Barnaul, Russia)

Prof. A. M. Maloletko (Tomsk, Russia)

CM RAS Prof. A. A. Chibilyov (Orenburg, Russia)

Prof. A. S. Obert (Barnaul, Russia)

Prof. A. N. Dunets (Barnaul, Russia)

Prof. E. G. Paramonov (Barnaul, Russia)

Prof. A. V. Egorina (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Prof. V. M. Podobina (Tomsk, Russia)

DrSc O. A. Elchinina (Gorno-Altaysk, Russia)

Prof. P. A. Popov (Novosibirsk, Russia)

Prof. Ya. M. Gutak (Novokuznetsk, Russia)

PhD I. N. Rotanova (Barnaul, Russia)

Prof. L. I. Inisheva (Tomsk, Russia)

DrSc M. G. Sukhova (Gorno-Altaysk, Russia)

PhD V. V. Kirillov (Barnaul, Russia)

Prof. L. V. Vesnina (Barnaul, Russia)

Prof. Y. B. Kirsta (Barnaul, Russia)

Prof. E. G. Vodichev (Novosibirsk, Russia)

Prof. L. A. Komarova (Biysk, Russia)

DrSc L. V. Yanygina (Barnaul, Russia)

Prof. B. A. Krasnoyarova (Barnaul, Russia)

DrSc V. V. Zaika (Kyzyl, Russia)

Prof. Lhagvasuren Choijinjav (Khovd, Mongolia)

PhD D. V. Zolotov (Barnaul, Russia)

Technical editor – PhD Lyubov V. Pestova

Address for correspondence: 1, Molodezhnaya st., Barnaul, 656038, Russia

Tel: +7(385-2) 364091, 666507, Fax: +7(385-2) 240396, bulletin@rgo-altay.ru, <http://bulletin.rgo-altay.ru>

Certificate of mass media registration of Russian Federation ПИ No TY22-00534

Subscription index in «Rospechat» catalogue 95004

© Bulletin of the Altay branch of the Russian Geographical society, 2016

Barnaul – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

РАЗДЕЛ 1. ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

- Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Шарабарина С.Н., Скрипко В.В., Архипова И.В.* ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА РАЗНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ5
- Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Орлова Е.С., Седова Е.Ю.* ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНАХ ОБЪ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА19

РАЗДЕЛ 2. КАРТОГРАФИЯ. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

- Курепина Н.Ю., Цимбалей Ю.М., Плуталова Т.Г., Циликаина С.В.* ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ТОПО- И КОСМОКАРТМАТЕРИАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ)30

РАЗДЕЛ 3. ГЕОЛОГИЯ

- Гутак Я.М., Антонова В.А., Рубан Д.А.* СВЯЗИ ДЕВОНСКИХ ФЛОР ГОРНОГО АЛТАЯ И КАЗАХСТАНА В СВЕТЕ НОВЕЙШИХ ГЛОБАЛЬНЫХ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ44

РАЗДЕЛ 4. ГИДРОЛОГИЯ. КЛИМАТ

- Кудишин А.В.* ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ТАЯНИЯ СНЕГА ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОСТАНЦИИ «БАРНАУЛ-АГРО»50

РАЗДЕЛ 5. ЭКОЛОГИЯ. ФЛОРА. ФАУНА

- Балыкин С.Н., Горбачев И.В., Савеленок А.Н.* ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И БАЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ53
- Балыкин С.Н., Савеленок А.Н.* ВЛИЯНИЕ ПУСКА РН СОЮЗ-2.1А С КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ РП 98563
- Эйрих С.С., Эйхлер А., Тоблер Л., Швиговски-Гизгар М.* ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ГОРНОЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АЛТАЯ XVIII-XIX ВЕКОВ В ЛЕДОВОМ КЕРНЕ ВЫСОКОГОРНОГО ЛЕДНИКА ГОРЫ БЕЛУХА68

КРАЕВЕДЕНИЕ

- Вистингаузен В.К.* УСТЬ-ЧАГЫРСКИЕ ПЕЩЕРЫ81
- Позняков А.А.* ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ САПОЖНИКОВ – УЧЕНЫЙ И ПУТЕШЕСТВЕННИК: К 155-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ89

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- Беринг М.Т.* ГЕОГРАФИЯ РОДА: ПОТОМКИ ВИТУСА БЕРИНГА РОССИИ И ПРИСЯГЕ ВЕРНЫ93

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ МАЛОЛЕТКО – 65 ЛЕТ В РЯДАХ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА97

CONTENTS

SCIENTIFIC REPORTS

SECTION 1. GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

- Krasnoyarova B.A., Platonova S.G., Sharabarina S.N., Skripko V.V., Arkhipova I.V.* NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS OF WESTERN SIBERIA: PECULIARITIES OF MODERN SPATIAL ORGANIZATION AND FUNCTIONING AT DIFFERENT HIERARCHICAL LEVELS5
- Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S., Orlova E.S., Sedova E.Yu.* PECULIARITIES OF WATER USE IN REGIONS OF THE OB-IRTYSH BASIN19

SECTION 2. CARTOGRAPHY. GIS

- Kurepina N.Yu., Tsimbalei Yu.M., Plutalova T.G., Tsilikina S.V.* ASSESSMENT OF DESERTIFICATION DYNAMICS BASED ON RETROSPECTIVE ANALYSIS OF TOPO- AND SPACE MATERIALS (OBJECTS OF KULUNDA STEPPE AS A CASE STUDY)30

SECTION 3. GEOLOGY

- Gutak Ja.M., Antonova V.A., Ruban D.A.* LINKS OF THE DEVONIAN FLORAS OF THE MOUNTAINOUS ALTAY AND KAZAKHSTAN IN THE LIGHT OF THE NEWEST GLOBAL PALAEOTECTONICAL RECONSTRUCTIONS44

SECTION 4. HYDROLOGY. CLIMATE

- Kudishin A.V.* SNOWMELT MODEL VERIFICATION BASED ON DATA FROM WEATHER STATION «BARNAUL-AGRO»50

SECTION 5. ECOLOGY. FLORA. FAUNA

- Balykin S.N., Gorbachev I.V., Savelyenok A.N.* IMPACT ASSESSMENT OF TECHNICAL EQUIPMENT AND OPERATING BASES COMPLEX IN THE AREAS OF FALLING CARRIER-ROCKET PARTS ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS53
- Balykin S.N., Savelyenok A.N.* THE IMPACT OF SOYUZ-2.1A LAUNCH FROM SPACE PORT «VOSTOCHNY» ON SNOW COVER AT SF 98563
- Eyrikh S.S., Eichler A., Tobler L., Schwikovsky-Gigar M.* REFLECTION OF MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY HISTORY OF ALTAI IN XVIII-XIX CENTURES IN THE BELUKHA GLACIER ICE CORE68
- STUDY OF LOCAL LORE81
- PAGES OF HISTORY93
- OUR ANNIVERSARIES97

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ ♦ SCIENTIFIC REPORTS

Раздел 1

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Section 1 GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

УДК 504.06

**ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ:
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА РАЗНЫХ
ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ**

Б.А. Красноярова¹⁻², С.Г. Платонова^{1,3}, С.Н. Шарабарина¹,
В.В. Скрипко¹⁻², И.В. Архипова¹⁻²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: bella@iwer.ru

²Алтайский государственный университет, Барнаул

³Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул

На основе анализа природной дифференциации территории и функционирования социально-экономических систем Западной Сибири с использованием принципов природно-хозяйственного районирования разработан и представлен вариант структуры региональной природно-хозяйственной системы Западной Сибири на разных уровнях ее территориальной организации.

Ключевые слова: региональные природно-хозяйственные системы, структура ПХС, Западная Сибирь.

Дата поступления 25.10.2016

Территория Российской Федерации значительно дифференцирована как по разнообразию природных условий и характеру хозяйственного использования природных и иных материальных ресурсов, так и по уровню антропогенного воздействия или преобразованности природных систем. На современном этапе в географических исследованиях взаимодействие природы и общества рассматривается в рамках концепции природно-хозяйственной дифференциации территории и функционирования природно-хозяйственных систем.

Под природно-хозяйственной системой (ПХС) понимается совокупность природных и территориально, техноло-

гически и экономически взаимосвязанных между собой хозяйственных (социально-экономических) подсистем, совместно использующих и охраняющих природные, экономические и трудовые ресурсы, имеющих общую хозяйственную, социальную и природоохранную инфраструктуру и образующих единое, пропорционально развивающееся целое. Следовательно, ПХС – это хозяйственная система, структура и функционирование которой в значительной мере детерминированы природными условиями и ресурсами развития [1].

Исследование природно-хозяйственных систем началось во второй половине XX в. с развитием учения о при-

родно-технических системах [2-3] или геотехсистемах [4], природно-антропогенных и природно-хозяйственных [5-6], природно-хозяйственных территориальных системах [7-8] и др. В работах этих исследователей были сформированы основные теоретико-методические подходы к выделению и изучению функционирования ПХС. Современное развитие экономической ситуации в России актуализировало востребованность научных исследований в области изучения региональных природно-хозяйственных систем с различных позиций. Одним из таких аспектов, перспективным для целей стратегического планирования, является выявление структуры региональной ПХС, элементы которой максимально соотнесены с природными (ландшафтными и природно-ресурсными) особенностями территории.

Из регионов России Западная Сибирь (ЗС)¹ стоит в особом ряду. Она занимает огромную площадь (15 % территории России), здесь проживает около 10 % населения страны. Это наиболее обжитая и освоенная (особенно на юге) часть Сибири. Около 80 % площади Западной Сибири расположено в пределах Западно-Сибирской равнины (Западно-Сибирской физико-географической страны), которая на юго-востоке сменяется предгорьями и низкогорьями Алтае-Саянской горной страны. В ее пределах располагаются Ханты-Мансийский (ХМАО), Ямало-Ненецкий (ЯНАО) автономные округа, Омская, Томская, Новосибирская, Кемеровская и Тюменская области, Алтайский край и Республика Алтай. Западная Сибирь обладает огромным природно-ресурсным потенциалом. Здесь добывается свыше 70 % общероссийской нефти и газа, около 30 % каменного угля и 10,7 % древесины. Кроме добывающей промышленности высока доля региона в выпуске продукции машиностроения и

нефтепереработки, химической, лесоперерабатывающей, легкой и пищевой промышленности. Большое значение в экономике региона имеют различные отрасли сельского хозяйства. Здесь производится 10,4 % товарного зерна России, 10,1 % – скота и птицы на убой, 12,8 % – молока [9].

В настоящей работе на основе анализа пространственной дифференциации и функционирования природно-хозяйственных систем Западной Сибири разработан и представлен вариант структуры региональных ПХС Западной Сибири на разных уровнях территориальной организации, элементами которой являются природные системы (физико-географические страны – ФГС, физико-географические зональные области – ФГЗО, ландшафтные провинции – ЛП) в административных границах.

Принципы и методы исследования

Выделение ПХС базируется на принципах системно-структурной организации территории как саморазвивающейся и саморегулирующейся упорядоченной материально-энергетической совокупности, существующей и управляемой как относительно устойчивое целое при преобладании внутренних связей над внешними [10]. Определение границ ПХС основывается на принципах природно-хозяйственного районирования [11] с широким использованием ГИС-технологий. Кроме того, ПХС как любая система, обладает свойствами целостности, иерархичности, управляемости, структурированности.

Целостность ПХС определяется тесными связями природной и хозяйственной подсистем в объективно сложившихся границах. В качестве внешних границ ПХС принимаются территориально-административные (экономический район, субъект РФ, муниципальный район / городской округ), а внутренние границы между структурными элементами проводятся с учетом природных контуров физико-географичес-

¹ В контексте данного исследования Западная Сибирь рассматривается в границах Западно-Сибирского экономического района

ких подразделений (стран, зональных областей, провинций), путем наложения административной карты и схемы физико-географического районирования [12] в ГИС-проекте. В случае, когда в пределах административного подразделения располагаются разные физико-географические единицы, при проведении границы учитывались особенности природно-ресурсного потенциала, расселения населения, хозяйственная специфика района и внутривнутрирегиональные связи.

Иерархичность. Каждая ПХС состоит из подсистем более низкого иерархического (таксономического) уровня и в то же время сама является составной частью ПХС более высокого уровня. Все вместе они образуют территориальную иерархическую структуру ПХС региона. Иерархический уровень ПХС определяет задачи исследования, характеристики и набор показателей, характеризующих особенности ее развития.

Управляемость ПХС определяется природными, социально-экономическими и другими особенностями ее функционирования. Она может осуществляться лишь в границах административных единиц, обладающих соответствующей функцией управления.

Структурированность. ПХС являются территориально-полиструктурными образованиями и характеризуются наличием совокупности элементов / подсистем, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой посредством прямых и обратных связей. Однако учитывая необходимость соблюдения свойства «управляемости», элемент структуры ПХС более высокого иерархического уровня не всегда выступает в качестве самостоятельной ПХС на следующем уровне.

Для оценки современного функционирования ПХС Западной Сибири предложен вариант структуры региональных ПХС для каждого иерархического уровня с собственным набором основных показателей, которые наряду с природ-

ными особенностями территории характеризуют население, хозяйство и инфраструктуру. Исходными данными являлась официальная статистическая информация (средние значения за пятилетний период 2009-2013 гг.) по муниципальным образованиям [13]. Эти показатели составили основу базы данных (БД), отражающей природные и природно-техногенные параметры функционирования ПХС изучаемого региона, которые были иерархически сопоставлены (рис. 1). Показатели БД «Население» и «Хозяйство» характеризуют 203 муниципальных района и 60 городских округов Западной Сибири.

Результаты исследования

Особенностью природной подсистемы Западной Сибири является ее огромная территория, охватывающая согласно Схеме физико-географического районирования Сибири [12] Западно-Сибирскую физико-географическую страну (ЗСФГС) в пределах одноименной низменности, а также западную часть Алтае-Саянской горной страны (АСГС). ЗСФГС включает зональные области тундры, лесотундры, тайги, лесостепи, степи, которые в свою очередь подразделяются на физико-географические провинции. К основным компонентам хозяйственной подсистемы относятся административно-территориальные образования: федеральный округ (экономический район), субъект РФ (область, край), муниципальное образование (муниципальный район, городской округ). Каждое из них отличается сложившейся, обусловленной природными условиями и ресурсами, совокупностью основных типов природопользования: аграрного, лесохозяйственного, индустриального (представленного добывающей и перерабатывающей промышленностью), рекреационно-природоохранного. Таким образом, для Западной Сибири выделяется, как минимум три иерархических уровня ПХС.

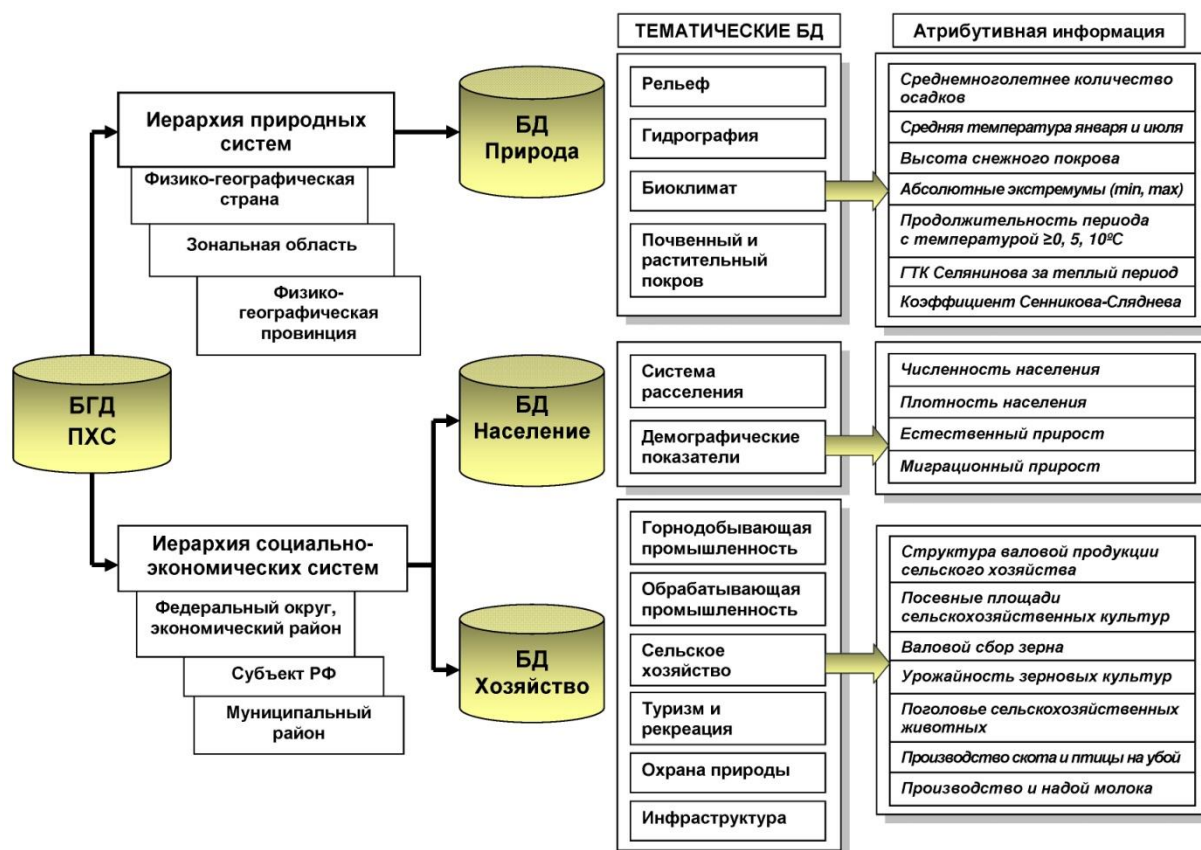


Рис. 1. Иерархическая структура и база данных ПХС Западной Сибири

Первый уровень – крупный экономический район, сопоставляемый с физико-географической страной (горной областью), зональной областью; второй уровень – субъект РФ в сопоставлении с физико-географической зональной областью, провинцией; третий уровень – муниципальный район / городской округ, сопоставляемый с физико-географическим районом, провинцией. Анализ структуры региональных ПХС выявил, что факторы их формирования и функционирования различаются на разных иерархических уровнях.

Первый уровень – ПХС Западно-Сибирского экономического района

Структурными элементами на данном уровне являются следующие природно-хозяйственные системы (рис. 2, табл. 1-2). Названия ПХС даны по зонально-азональным особенностям их

географического положения и преобладающему типу природопользования, определяющему специфику взаимоотношений природной и хозяйственной подсистем, особенности функционирования и перспективы развития ПХС.

I. Тундровая добывающая ПХС.

II. Таяжная ПХС:

II.1 – таяжная добывающая;

II.2 – таяжная добывающая – лесохозяйственная – аграрная;

II.3 – таяжная лесохозяйственная – аграрная.

III. Лесостепная аграрно-индустриальная ПХС.

IV. Степная аграрная ПХС.

V. Горная ПХС:

V.1 – горная Кузнецко-Алатауская индустриально-аграрная;

V.2 – горная Алтайская аграрно-рекреационная ПХС.

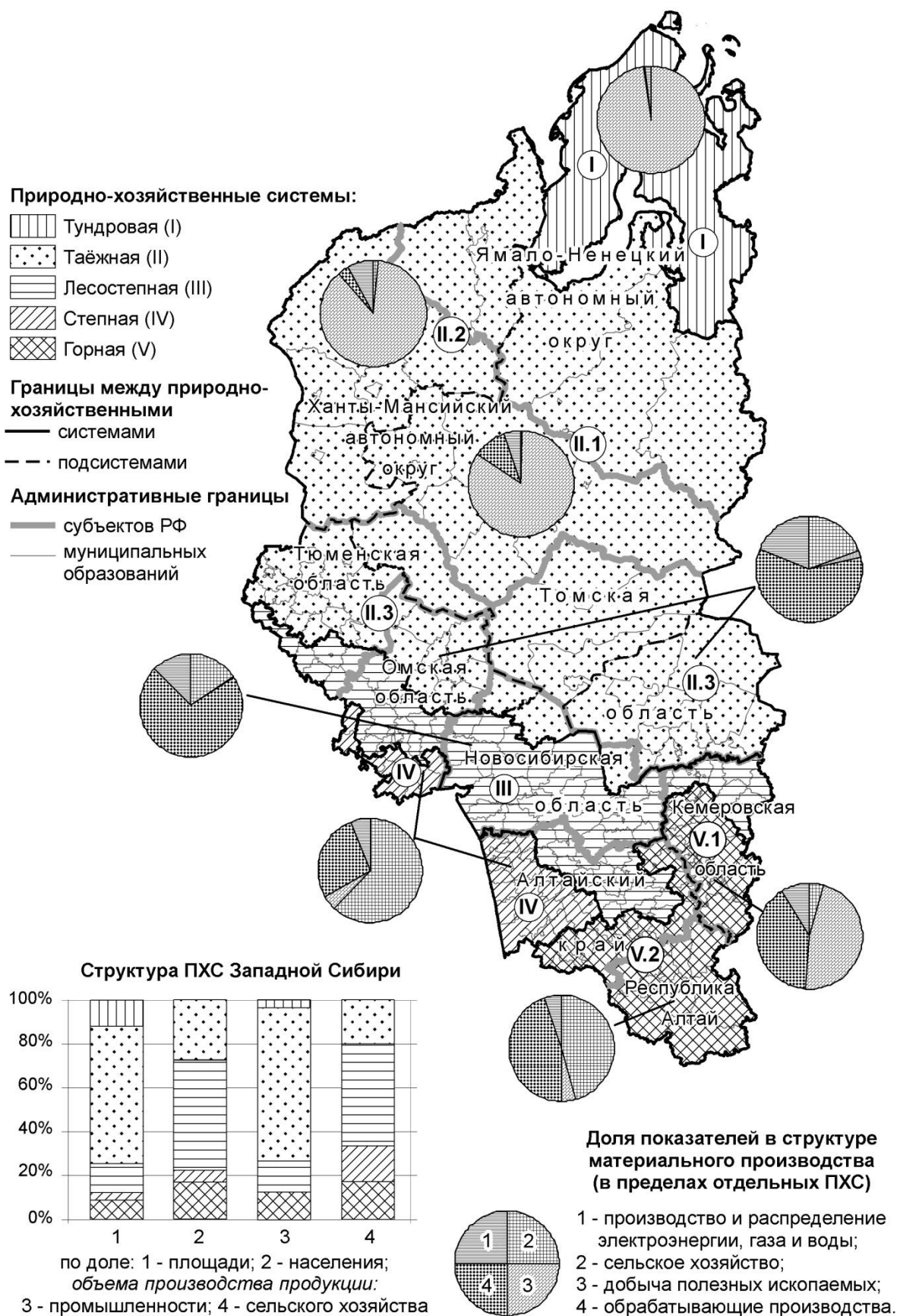


Рис. 2. Схема пространственной организации ПХС Западной Сибири

Таблица 1

Структура природно-хозяйственной системы Западной Сибири

ПХС	Доля ПХС-структурных элементов от Западной Сибири, %			
	площади	численности населения	промышленности	сельского хозяйства
I. Тундровая	12,0	0,2	3,6	0,2
II. Таежная:	62,7	27,1	69,4	20,1
II.1. таежная добывающая	33,2	11,0	61,9	1,8
II.2. таежная добывающая – лесохозяйственная – аграрная	15,3	2,4	3,4	1,0
II.3. таежная лесохозяйственная – аграрная	14,2	13,7	4,1	17,3
III. Лесостепная аграрно-индустриальная	12,7	50,3	14,4	46,3
IV. Степная аграрная	3,6	5,0	0,5	15,9
V. Горная:	9,0	17,4	12,1	17,5
V.1. горная Кузнецко-Алтаусская	2,7	14,1	11,5	8,5
V.2. горная Алтайская	6,3	3,3	0,6	9,0

Таблица 2

Доля экономических показателей в структуре материального производства ПХС первого уровня, %

ПХС	Доля экономических показателей в структуре материального производства ПХС, %			
	сельского хозяйства	добывающей промышленности	обрабатывающей промышленности	производства и распределения электроэнергии, газа и воды
I. Тундровая	0,3	97,6	0,4	1,7
II. Таежная:	1,6	78,5	13,4	6,5
II.1. таежная добывающая	0,2	84,3	10,1	5,4
II.2. таежная добывающая – лесохозяйственная – аграрная	1,5	87,0	3,5*	8
II.3. таежная лесохозяйственная – аграрная	19,3	2,1	59,6*	19
III. Лесостепная аграрно-индустриальная	15,5	0,2	71,7	12,6
IV. Степная аграрная	62,2	4,6	27,2	6,0
V. Горная:	7,6	43,1	39,5	9,8
V.1. горная Кузнецко-Алтаусская	4,1	47,4	39,7	8,8
V.2. горная Алтайская	45,7	4,2	44,7	5,4

Примечание: * – обрабатывающая промышленность с высокой долей лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Тундровая добывающая ПХС (I) занимает 12 % площади Западной Сибири и 40 % Ямало-Ненецкого автономного округа (Тазовский и Гыданский полуостров). Характеризуется самой низкой для Западной Сибири плотностью населения (0,1 чел./км²) и расселения (0,1 населенный пункт(н.п.)/тыс. км²). Здесь проживает 0,2 % населения Западной Сибири и 6 % ЯНАО. Основной вид экономической деятельности – добыча

газа (3,6 % от общего объема промышленного производства Западной Сибири и 97 % от общего объема промышленного производства ЯНАО). В пределах ПХС производится почти 50 % сельскохозяйственной продукции ЯНАО, связанной с традиционным укладом народов Севера (разведение оленей и рыболовство). Хотя по отношению к Западной Сибири эта доля ничтожно мала и составляет всего 0,2 %.

Таежная ПХС (II) – самая большая по площади в Западной Сибири (62,7 %). Охватывает полностью территории ХМАО, Томской области, большую часть ЯНАО, Омской, Тюменской областей и частично Новосибирскую область. В пределах ПХС проживает четвертая часть населения Западной Сибири (27,1 %). Доля промышленности в общем объеме промышленного производства Западной Сибири достигает максимального значения (69,4 %). Кроме того, здесь развивается лесная и деревообрабатывающая промышленность и сельское хозяйство, которое представлено оленеводством и рыболовством. По хозяйственной специализации подразделяется на три подсистемы.

Таежная добывающая ПХС (II.1) территориально охватывает ХМАО, ЯНАО, северо-восточную часть Тюменской области и северо-западную часть Томской области, а также частично Новосибирскую область (33,2 % площади ЗС). Здесь проживает 11 % населения Западной Сибири. Плотность населения и расселения также достаточно низкие и составляют, соответственно, 2,3 чел./км² и 0,4 н.п./тыс. км². Таежная ПХС обладает наибольшей промышленной мощностью региона (61,9 % от общего объема промышленного производства Западной Сибири) с преобладающей ролью добычи углеводородов, которая равна 84,3 % от общего объема промышленного производства Таежной добывающей ПХС и 73-93 % – субъектов РФ, расположенных в ее пределах. В то же время ПХС II.1 по различным показателям неоднородна. В крупных городах ЯНАО и ХМАО сосредоточена большая часть населения и основной производственный потенциал. Тайга Тюменской, Томской, Новосибирской областей напротив характеризуются невысокой плотностью населения и относительно низкой степенью хозяйственной освоенности территории своих регионов.

Таежная добывающая – лесохозяйственная – аграрная ПХС (II.2) вклю-

чает западную часть ЯНАО и ХМАО (приуральская) с низкой плотностью населения (1,1 чел./км²) и расселения (0,4 н.п./тыс. км²). ПХС по сравнению с предыдущей отличается значительно меньшей долей промышленного производства (3,4 % ЗС), хотя в общей структуре также преобладает добыча полезных ископаемых (87 % ПХС). В обрабатывающей промышленности преобладают лесная и деревообрабатывающая отрасли.

Таежная лесохозяйственная – аграрная ПХС (II.3) характеризуется самыми высокими для таежной зональной области показателями плотности населения (6,8 чел./км²) и расселения (5,5 н.п./тыс. км²), густоты автодорог, сельскохозяйственной освоенности (доля в сельском хозяйстве составляет 17,3 % ЗС и 19,3 % Таежной ПХС), поскольку занимает ее южную часть с наиболее благоприятными природными условиями. Здесь преобладает лесная и деревообрабатывающая промышленность, а также аграрное природопользование скотоводческой специализации. В пределах данной ПХС в экономике повышается роль индустриально-урбанистических ядер (ИУЯ), среди которых особое место занимают ИУЯ Тюмени и Томска с пригородами, сосредотачивающие население, инфраструктурные сооружения, высокотехнологичные производственные комплексы, управленческие функции, интенсивное сельское хозяйство. Кроме того, выделяются урбанистические центры более узкой специализации, например, г. Тобольск с развитой нефтехимической промышленностью.

Лесостепная аграрно-индустриальная ПХС (III) занимает южную часть Тюменской области и северную часть Кемеровской, центральные районы Омской области и Алтайского края, почти всю Новосибирскую область (кроме ее северной части). В пределах данной ПХС расположены центры регионов (Омск, Новосибирск, Барнаул), прохо-

дит Транссибирская железнодорожная магистраль, что предопределяет ее более интенсивное развитие по сравнению с другими ПХС. Здесь на 12,7 % площади Западной Сибири сосредоточено 50,3 % ее населения, и, соответственно, отмечены самые высокие для равнинной территории показатели плотности населения (27,8 чел./км²) и расселения (11,6 н.п./тыс. км²), а также инфраструктурных сооружений. ПХС занимает ведущее место в Западной Сибири по показателям обрабатывающей промышленности (71,7 % Лесостепной ПХС), производства и распределения электроэнергии, газа и воды (12,6 %), объема обрабатывающих производств, оборота розничной торговли на душу населения. Наличие урбанистических центров определило высокую долю сельского хозяйства пригородного типа с самой высокой урожайностью зерновых и высокой плотностью поголовья скота в регионе.

Степная аграрная ПХС (IV) занимает относительно небольшую территорию (3,6 % площади ЗС) в южной части Омской области и западной части Алтайского края. ПХС отличается самой высокой долей сельского хозяйства в структуре показателей материального производства (62,2 %), значительными показателями сельхозпроизводства (объем сельхозпроизводства на душу населения, сельскохозяйственная освоенность, распаханность, производство скота и птицы на убой и молока на душу населения), а также высокими значениями густоты автодорог. Промышленность представлена предприятиями пищевой отрасли и основной химии в Алтайском крае.

Горная ПХС (V), сформировавшаяся на юго-востоке Западной Сибири в пределах предгорий и горных сооружений западной части Алтае-Саянской горной страны, занимает 9 % площади Западной Сибири и характеризуется крайне неравномерной хозяйственной освоенностью территории, которая сложилась

под влиянием аazonальных природных факторов, таких как контрастный горный рельеф и распределение месторождений полезных ископаемых. В Горной ПХС проживает 17,4 % населения Западной Сибири. Она включает две подсистемы: горную Кузнецко-Алатаускую индустриально-аграрную (V.1) и горную Алтайскую аграрно-рекреационную (V.2).

Горная Кузнецко-Алатауская индустриально-аграрная (V.1) ПХС расположена в пределах Кузнецкой межгорной котловины, Кузнецкого Алатау, Горной Шории и восточных склонов Салаира, в административном отношении она соответствует территории Кемеровской области. Отличительной особенностью данной ПХС является крайняя неравномерность хозяйственной освоенности при относительно малой площади территории (2,7 % территории ЗС). С одной стороны, здесь отмечается самая высокая в Западной Сибири плотность населения (37,2 чел./км²) и расселения (11,7 н.п./тыс. км²), густая транспортная сеть, значительные объемы промышленного производства (47,4 % ПХС V.1), половина которых приходится на добычу полезных ископаемых, прежде всего угля. Это крупный центр развития обрабатывающей промышленности (металлургии, химии) (44,7 %) и энергетики (5,4 %) на местной ресурсной базе. Рассматриваемая ПХС характеризуется интенсивным аграрным природопользованием с самыми высокими показателями производства продукции растениеводства и животноводства на единицу площади сельхозугодий. В то же время на территории ПХС, особенно по ее горной периферии, сохранились участки малонарушенных природных комплексов, многие из которых представляют образцы редких или даже уникальных для Сибири экосистем и имеют природоохранный статус (например, Государственный заповедник «Кузнецкий Алатау»).

Горная Алтайская аграрно-рекреационная ПХС (V.2) в пределах гор и предгорий Алтайской горной области и западных склонов Салаира² охватывает территорию южной и восточной частей Алтайского края, а так же всю территорию Республики Алтай (6,3 % площади ЗС). Здесь проживает 3,3 % населения ЗС. Плотность населения и расселения достаточно низкие и составляют 3,8 чел./км² и 4,7 н.п./тыс. км², соответственно. Значения показателей, характеризующих степень хозяйственной освоенности территории и интенсивность природопользования, закономерно снижаются с севера на юг, по мере увеличения абсолютных высот и расчлененности горного рельефа.

В числе ведущих здесь выделяется аграрное природопользование (45,7 % от доли показателей в структуре материального производства Горной ПХС). В предгорьях и низкогорье сформировалось развитое растениеводство (производство зерновых и кормовых культур) и молочно-мясное животноводство с преимущественно стойловым содержанием скота. В среднегорье и высокогорье начинает преобладать животноводство мясомолочной специализации, ориентированное на использование естественных пастбищ, в то время как значение растениеводства заметно снижается. Другим важнейшим направлением развития данной территории является природоохранная деятельность, рекреация и туризм. Максимальная концентрация объектов туристско-рекреационной инфраструктуры приурочена к Белокурихинской санаторно-курортной зоне и нижней части долины р. Катунь.

Второй уровень – ПХС субъекта Российской Федерации

Природно-хозяйственные системы второго уровня отражают территори-

альные различия в межрегиональном разделении труда и рассматриваются в границах субъектов РФ с соответствующим названием (например, ПХС Омской области). Структурными элементами ПХС второго уровня для равнинных территорий являются зональные области. При этом административные территории могут располагаться в пределах как одной, так и нескольких физико-географических зональных областей. Например, Омская область находится в пределах сразу трех ФГЗО (тайги, лесостепи и степи). А вдвое большая по площади Томская область расположена в пределах только одной зональной области тайги.

Рассмотрим равнинные природно-хозяйственные системы на примере ПХС Омской области, располагающей территориальным сочетанием минеральных, водных, сельскохозяйственных ресурсов и имеющей выгодное экономико-географическое положение. В межрегиональном разделении труда эта ПХС представляет собой крупный логистический, промышленный и сельскохозяйственный центр. Факторами развития ПХС являются межрегиональные социально-экономические процессы (например, формирование государственных заказов, реализация федеральных программ, реализуемых на уровне субъектов Федерации, поддержка природно-обусловленных форм хозяйства, государственно-частное партнерство и др.).

Пространственная организация ПХС Омской области включает три элемента, отличающихся по особенностям хозяйствования: ПХС степного (I), лесостепного (II) и таежного (III) типов (рис. 3). В степной ПХС (18 % площади, 12 % ВРП области) превалирует аграрное природопользование (АПП) зерно-скотоводческой специализации и промышленность обрабатывающих отраслей.

Функцию ядра регионального развития, как географического, так и соци-

² Территория западных склонов Салаира отнесена нами к данной горной Алтайской ПХС с позиций близости природных условий и общности системы хозяйствования.

ально-экономического, выполняет лесостепная ПХС, где на 34 % территории производится более 60 % ВРП. Лесостепная ПХС характеризуется сочетанием развитого сельского хозяйства и промышленности обрабатывающих отраслей. В экономике таежной ПХС (48 % площади, 28 % ВРП) наряду с преобладанием АПП животноводческого типа развита добывающая промышленность (разработка Крапивинского месторождения нефти и Тарского месторождения циркон-ильменитовых песков).

Для горных территорий, характеризующихся высокой мозаичностью природных условий вследствие высотной поясности, в качестве структурных элементов ПХС второго уровня будут выступать ландшафтные провинции и группы провинций, которые рассмотрены на примере ПХС Республики Алтай. Границы провинций Алтайской горной области приведены по Г.С. Самойловой [14]. С учетом хозяйственной специализации можно выделить четыре структурных элемента ПХС Республики Алтай.

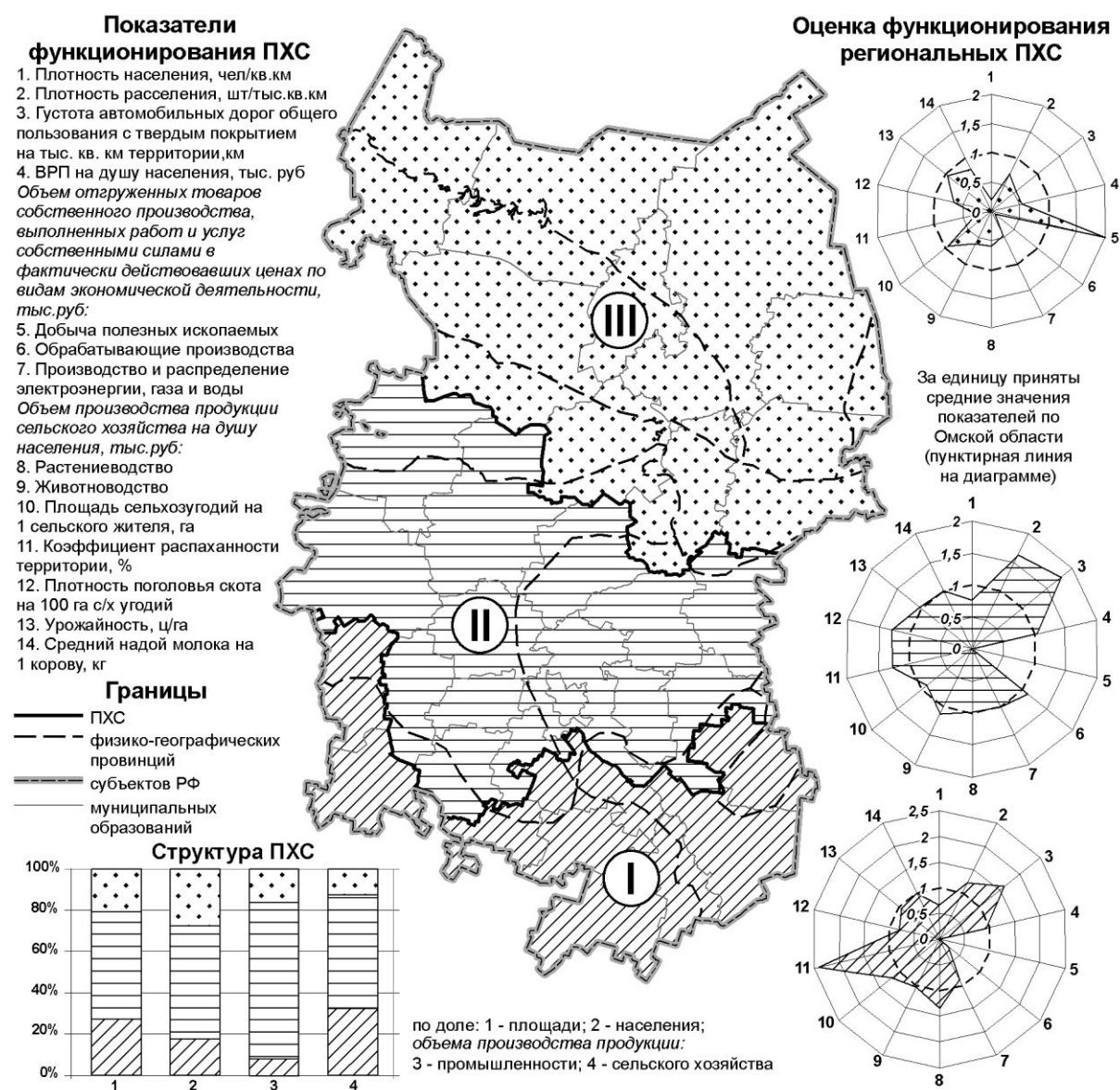


Рис. 3. Схема пространственной организации региональных природно-хозяйственных систем второго уровня – Омской области.

Структурные элементы (ПХС): I – степная, II – лесостепная, III – таежная.

Северо-Восточная Алтайская добывающая – лесохозяйственная ПХС занимает Турочакский, Чойский муниципальные районы Республики Алтай в пределах Северо-Восточной ландшафтной провинции. Основными типами природопользования являются добыча полезных ископаемых (золото) и лесохозяйственная деятельность. Сельское хозяйство представлено животноводческой отраслью.

Центральная Алтайская аграрная ПХС занимает Шебалинский, Усть-Канский, Усть-Коксинский, Онгудайский муниципальные районы в пределах Центрально-Алтайской и части Северо-Алтайской провинции. Преобладает аграрное природопользование скотоводческой направленности; также развивается зерновое хозяйство и кормопроизводство.

Юго-восточная Алтайская аграрная ПХС занимает Кош-Агачский и Улаганский районы в пределах Юго-Восточной и Восточной провинций. Характеризуется низкими плотностью населения и расселения, транспортной освоенностью, объемами промышленного производства. Преобладает аграрное природопользование скотоводческой направленности.

Северная Алтайская рекреационно-аграрная ПХС включает Майминский, Чемальский районы и г. Горно-Алтайск в пределах Северной и Северо-Восточной провинций. Отличается наиболее высокой плотностью населения и расселения, густотой автодорог, оборотом розничной торговли на душу населения, сельскохозяйственной освоенностью в пределах ПХС Республики Алтай. Интенсивно развивается рекреационное природопользование.

Третий уровень – ПХС муниципальных образований

На третьем уровне для ПХС определяются те функции, которые она выполняет в составе субъекта Российской Федерации с позиций экономико-географического положения, природно-

ресурсного потенциала, природных и социально-экономических условий. Так ПХС Смоленского муниципального района Алтайского края расположена на стыке Предалтайской и Верхнеобской провинций ЗСФГС и Северо-Алтайской провинции Алтайской горной области. В ее пределах отмечено сочетание типов аграрного и рекреационного природопользования, базирующееся на соответствующем ресурсном потенциале и природных условиях освоения. Отраслевая и территориальная структуры ПХС этого уровня по мере ее формирования могут существенно меняться вследствие введения таких новых факторов, как изменение форм собственности и управления, степени развития рыночных механизмов, этнокультурных особенностей и др.

Анализ структуры ПХС, проведенный на примере Смоленского муниципального района Алтайского края, выявил, что ее элементами являются природная и хозяйственная подсистемы субрегионального уровня с выделением соответствующих функциональных зон (субрегиональных ПХС): комплексного аграрного, туристско-рекреационного природопользования и селитебная (рис. 4), которые обусловлены особенностями ландшафтных провинций и природно-ресурсным потенциалом территории.

Функционирование подсистем субрегионального уровня в границах региональной ПХС третьего порядка отличается не только совокупностью входящих в них элементов, но и их взаимосвязями. Специфика региональных ПХС данного уровня состоит в том, что наиболее существенные связи возникают не между ядрами (центропериферийные связи), а между подсистемами (природными (ПС) и хозяйственными (ХС)). В общем виде эти связи между элементами реализуются в направлении от ПС к ХС через природные ресурсы и условия природопользования, а в направлении от ХС к ПС – в энерго-массопереносе через выбросы и сбросы загрязняющих веществ и другие воздействия.

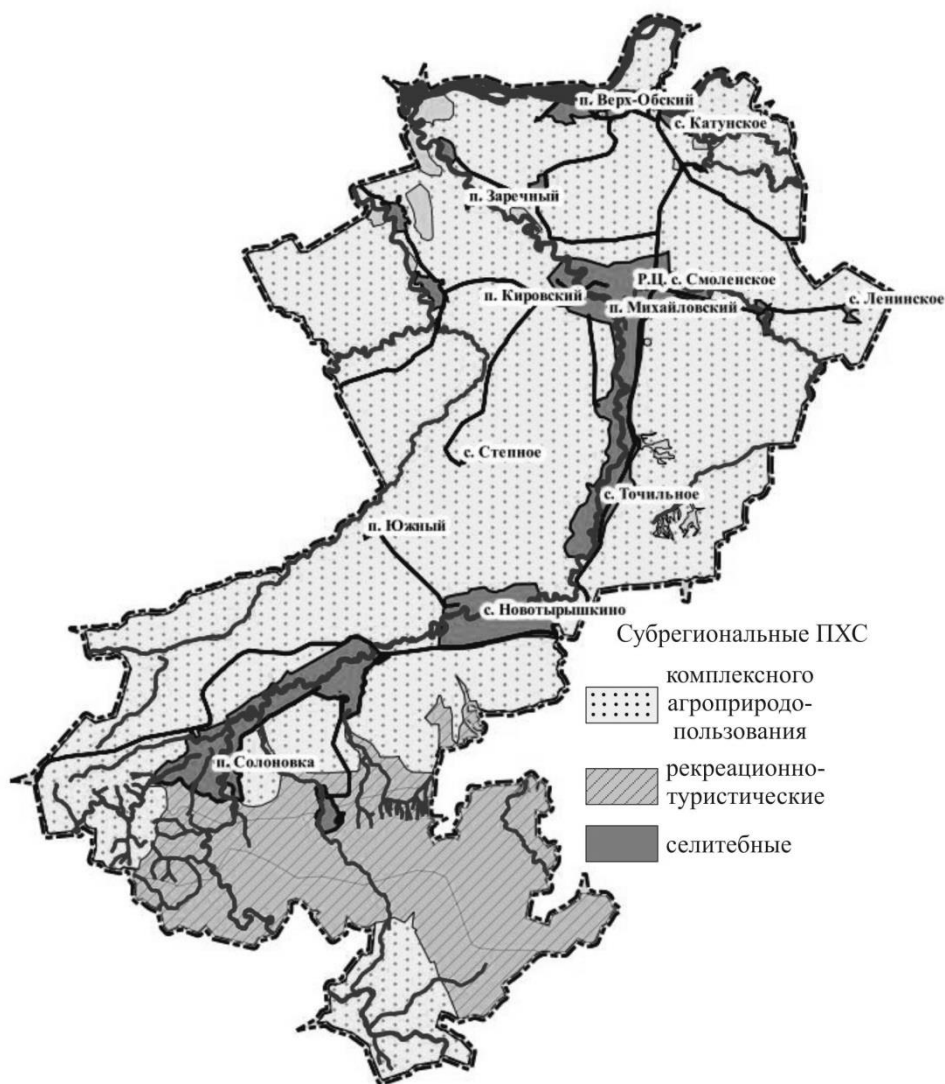


Рис. 4. Схема пространственной организации ПХС Смоленского района

Заключение

В результате исследования предложены схемы пространственной организации и функционирования природно-хозяйственных систем Западной Сибири разного иерархического уровня, которые базируются на принципах системно-структурной организации: наличие структурных элементов, взаимосвязанных между собой, целостность, иерархичность и управляемость. В качестве ведущих элементов структуры ПХС Западной Сибири приняты природно-обусловленные физико-географические

единицы (физико-географическая страна, физико-географическая провинция, физико-географический район), которые иерархически сопоставляются с административными единицами (федеральный округ, субъект РФ, муниципальное образование) и определяются особенностями природно-ландшафтной организации территории, сложившейся территориальной организацией хозяйства и населения, уровнем развития производительных сил и характером производственных отношений.

Список литературы

1. Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Скрипко В.В., Шарабарина С.Н. Региональные природно-хозяйственные системы Обь-Иртышского бассейна: конфликты и развитие // Изв. Алтайского отделения Русского географического общества. – 2015. – № 4. С. 21-27.
2. Преображенский В.С. Новые вехи советской физической географии // Природа. – 1967. – № 8. – С. 51-59.
3. Дьяконов К.Н. Становление концепции геотехнической системы // Вопр. географии. – 1978. – Сб. 108. – С. 54-63.
4. Ретеюм А.Ю. Земные миры. – М.: Мысль, 1988. – 268 с.
5. Чепурко Н.Л. Подходы к типологии природно-хозяйственных систем по характеру их участия в круговороте вещества // Вопр. географии. – 1981. – Сб. 117. – С. 130-145.
6. Симонов Ю.Г. Географические и экологические основания концепции рационального природопользования // Глобальные проблемы современности и комплексное землеведение. Сб. науч. тр. – СПб: Изд-во АН СССР, 1988. – С. 132-137.
7. Швец Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования // География и природные ресурсы. – 1987. – № 4. – С. 30-38.
8. Котельников А.М. Географическое обеспечение управления природопользованием в регионе: дисс... докт. географ. наук. – Иркутск, 2001. – 324 с.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: стат. сб. – М., 2015. – 1266 с.
10. Козин В.В., Петровский В.А. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь. – Смоленск: Ойкумена, 2005. – 576 с.
11. Абалаков А.Д., Кузьмин С.Б., Базарова Н.Б., Новикова Л.С. Природно-хозяйственное районирование Сибири // Изв. Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 17-34.
12. Винокуров Ю.И. Цимбалей Ю.М. Региональная ландшафтная структура Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2006. – 96 с.
13. База данных показателей муниципальных образований // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm.
14. Самойлова Г.С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Горного Алтая // Вопр. географии. – 1982. – Сб. 121. – С. 154-164.

References

1. Krasnoyarova B.A., Platonova S.G., Skripko V.V., Sharabarina S.N. Regionalnye prirodno-khozyaystvennyye sistemy Ob-Irtyshskogo basseyna: konflikty i razvitiye // Izv. Altayskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. – 2015. – № 4. S. 21-27.
2. Preobrazhensky B.C. Novye vekhi sovetskoy fizicheskoy geografii // Priroda. – 1967. – № 8. – S. 51-59.
3. Dyakonov K.N. Stanovleniye kontseptsii geotekhnicheskoy sistemy // Vopr. geografii. – 1978. – Sb. 108. – S. 54-63.
4. Reteyum A.Yu. Zemnye miry. – M.: Mysl, 1988. – 268 s.
5. Chepurko N.L. Podkhody k tipologii prirodno-khozyaystvennykh sistem po kharakteru ikh uchastiya v krugovorote veshchestva // Vopr. geografii. – 1981. – Sb. 117. – S. 130-145.
6. Simonov Yu.G. Geograficheskiye i ekologicheskiye osnovaniya kontseptsii ratsionalnogo prirodopolzovaniya // Globalnye problemy sovremennosti i kompleksnoye zemlevedeniye. Sb. nauch. tr. – SPb: Izd-vo AN SSSR, 1988. – S. 132-137.
7. Shvebs G.I. Kontseptsiya prirodno-khozyaystvennykh territorialnykh sistem i voprosy ratsionalnogo prirodopolzovaniya // Geografiya i prirodnye resursy. – 1987. – № 4. – S. 30-38.

8. Kotelnikov A.M. Geograficheskoye obespecheniye upravleniya prirodopolzovaniyem v regione: diss... dokt. geograf. nauk. – Irkutsk, 2001. – 324 s.
9. Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskiye pokazateli. 2015: stat. sb. – M., 2015. – 1266 s.
10. Kozin V.V., Petrovsky V.A. Geoekologiya i prirodopolzovaniye. Ponyatno-terminologichesky slovar. – Smolensk: Oykumena, 2005. – 576 s.
11. Abalakov A.D., Kuzmin S.B., Bazarova N.B., Novikova L.S. Prirodno-khozyaystvennoye rayonirovaniye Sibiri // Izv. Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Nauki o Zemle». – 2013. – T. 6. – № 2. – S. 17-34.
12. Vinokurov Yu.I. Tsimbaley Yu.M. Regionalnaya landshaftnaya struktura Sibiri. – Barnaul: Izd-vo Alt. gos. un-ta, 2006. – 96 s.
13. Baza dannykh pokazateley munitsipalnykh obrazovany // Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Elektronnyy resurs]. – URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm.
14. Samoylova G.S. Landshaftnaya struktura fiziko-geograficheskikh regionov Gornogo Altaya // Vopr. geografii. – 1982. – Sb. 121. – S. 154-164.

NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS OF WESTERN SIBERIA:
PECULIARITIES OF MODERN SPATIAL ORGANIZATION
AND FUNCTIONING AT DIFFERENT HIERARCHICAL LEVELS

B.A. Krasnoyarova¹⁻², S.G. Platonova^{1, 3}, S.N. Sharabarina¹,
V.V. Skripko¹⁻², I.V. Arkhipova¹⁻²

¹*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: bella@iwep.ru*

²*Altai State University, Barnaul*

³*Altai State Agrarian University, Barnaul*

A structure of the regional natural-economic system (RNES) of Western Siberia at different levels of its territorial organization was developed due to analysis of the territory's natural differentiation and functioning of socio-economic systems of Western Siberia using the principles of natural-economic zoning.

Key words: regional natural-economic systems, structure of RNES, Western Siberia.

Received October 25, 2016

УДК 504.062.2:911.6

ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНАХ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА

И.Д. Рыбкина, Н.В. Стоящева, М.С. Губарев, Е.С. Орлова, Е.Ю. Седова
Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, E-mail: stoyash@mail.ru

Представлен анализ особенностей использования водных ресурсов в бассейнах рек Оби и Иртыша в разрезе отдельных регионов, бассейнов и водохозяйственных участков за период 2009-2013 гг. Охарактеризованы объемы забора водных ресурсов и сброса сточных вод, потери воды при транспортировке, динамика оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Определены коэффициенты использования водных ресурсов и нагрузки сточными водами. Результаты расчетов имеют картографическое отображение. Сделаны выводы о структурных и пространственных изменениях в использовании водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна.

Ключевые слова: Обь-Иртышский бассейн, водозабор, использование воды, сброс сточных вод, коэффициент изъятия, кратность разбавления сточных вод.

Дата поступления 2.12.2016

Обь-Иртышский бассейн является крупнейшей водосборной территорией России – площадь его, включая бессточные области, составляет свыше 2 млн км². В пределах РФ бассейн практически полностью расположен на Западно-Сибирской низменности, значительно протяженной с севера на юг и с запада на восток. Горное обрамление представлено Алтае-Саянской системой на юге и Уральским хребтом – на западе. Широкий спектр природных условий (от степных до тундровых и гляциально-нивальных комплексов) находит проявление в разнообразии хозяйственной освоенности и степени заселенности территорий. В границах бассейна выделяются индустриально нагруженные Челябинская, Свердловская, Кемеровская и Тюменская области (угле-, нефте- и газодобыча, черная металлургия, машиностроение и химическая промышленность), а также аграрно-развитые Алтайский край, Омская, Курганская и Новосибирская области.

С целью оценки современного использования водных ресурсов на территории Обь-Иртышского бассейна был выполнен анализ данных Федерального агентства водных ресурсов по обобщен-

ным формам государственной статистической отчетности 2-тп «водхоз», опубликованным на сайте Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [1]. За пятилетний период (с 2009 по 2013 гг.) анализировались такие показатели, как: забор воды из природных источников, использование пресной воды из поверхностных и подземных водных источников, потери воды при транспортировке, объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, объемы сбросов сточных вод.

Более детально рассматривались бассейны рек Иртыш (с Тоболом), Томь и Чулым, водосборные территории которых отличаются интенсивным хозяйственным освоением. Отдельно выделен бассейн р. Обь с притоками (за исключением вышеназванных). Данный подход используется Национальным информационным агентством «Природные ресурсы» (НИА-Природа) для характеристики особенностей водопользования в бассейнах рек Оби и Иртыша [2]. В общей площади Обь-Иртышья бассейны отдельно рассматриваемых рек – Иртыш (с Тоболом), Томь и Чулым – занимают 42,5 %, в том числе, бассейн

р. Иртыш (с Тоболом) – 33,6 % (из него бассейн р. Тобол – 14,6 % от всего Обь-Иртышского бассейна), р. Чулым – 6,1 %, р. Томь – 2,8 %.

Проведенный анализ водопотребления и водоотведения с 2009 по 2013 гг. по всей территории в целом и в разрезе отдельных речных бассейнов позволил выявить основные пространственно-временные особенности водопользования, представленные также в пределах отдельных водохозяйственных участков и муниципальных образований регионов.

Забор воды из всех природных источников Обь-Иртышского бассейна в 2013 г. по нашим расчетам составил 7,9 км³, что меньше уровня 2009 г. на 12 %. Среди основных бассейнов в 2013 г. по данному показателю лидирует бассейн р. Обь (с притоками), на долю которого приходится 35 % общего объема по Обь-Иртышскому бассейну.

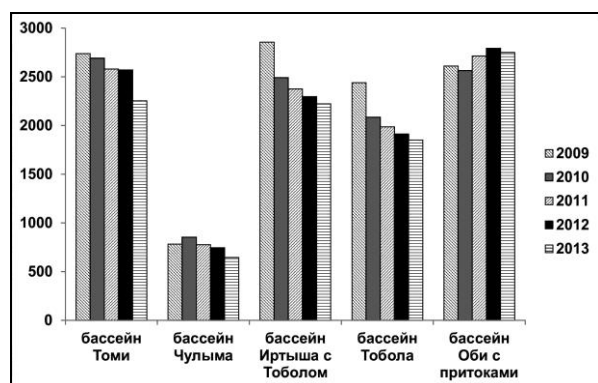


Рис. 1. Забор воды по бассейнам рек за 2009-2013 гг., млн м³

Забор воды в бассейнах рек Томь и Иртыш (с Тоболом) составляет, соответственно, 29 и 28 %, р. Чулым – 8 %. На фоне общего сокращения водозабора в бассейнах рек Томь, Чулым, Иртыш и Тобол данный показатель имеет тенденцию к увеличению только в бассейне основной реки Обь (с притоками) на 5 % (рис. 1).

В административно-территориальном разрезе самыми крупными водопотребителями являются Тюменская и Кемеровская области, забирающие из природных источников, по данным 2013 г., 2101,3 и 2070,0 млн м³ воды, соответственно (на Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) Тюменской области приходится 1481,9 млн м³). Наименьшим объемом водозабора характеризуется Республика Алтай – 8,5 млн м³ (табл. 1).

Главные водозаборы (и соответственно, сбросы сточных вод) приурочены к крупнейшим городам и промышленным центрам основной полосы расселения, охватывающей лесостепную зону, южную тайгу и северную степь. Значительные объемы забранной воды приходятся также на среднюю и северную тайгу, что связано с особенностями функционирующей здесь нефтегазовой отрасли.

В индустриально развитых субъектах федерации (Кемеровская, Свердловская, Челябинская области) основные заборы воды осуществляются предприятиями энергетики и металлургии.

Таблица 1

Основные показатели водопользования в регионах Обь-Иртышского бассейна за 2013 г., млн м³ (рассчитано по: [1])

Показатели	Регионы*											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водозабор из источников, всего	8,5	438,6	649,4	2070,0	7,6	570,7	509,7	254,7	76,7	482,0	958,9	2101,3
Использовано: из поверхностных	2,0	317,9	527,5	1568,3	2,0	532,6	355,0	191,5	45,6	309,1	648,7	1307,9
из подземных	5,7	86,8	41,3	161,5	1,0	15,5	70,1	9,1	13,2	34,1	126,2	728,9
Сброс сточных вод всех категорий, всего	4,5	314,4	514,8	1763,5	5,9	474,0	372,3	171,7	42,5	303,8	937,4	1145,6

Примечание: 1 – Республика Алтай, 2 – Алтайский край, 3 – Новосибирская, 4 – Кемеровская области, 5 – Республика Хакасия, 6 – Красноярский край, 7 – Томская, 8 – Омская, 9 – Курганская, 10 – Челябинская, 11 – Свердловская, 12 – Тюменская области.

Например, в бассейне р. Томь (Кузнецкая лесостепь) только на водохозяйственный участок (ВХУ) 13.01.03.002 от истока до г. Новокузнецка (без р. Кондомы) приходится около 1,3 млрд м³ или 16 % объемов водозабора Обь-Иртышского бассейна (рис. 2). Два города – Мыски и Новокузнецк, в которых расположены Томь-Усинская ГРЭС и два крупнейших металлургических комбината Сибири, забирают из поверхностных водных объектов, соответственно, 934,3 и 193,9 млн м³ воды (данные за 2013 г.).

Среди прочих муниципальных образований максимальным водозабором отличается Нижневартовский район ХМАО – 879,2 млн м³ (за 2013 г.); водозаборами объемом >500 млн м³ характеризуется город Новосибирск; >300 млн м³ – Северск и Челябинск;

> 200 млн м³ – Назарово, Тюмень, Омск с Омским районом, Кемерово с Кемеровским районом, а также Сургутский район ХМАО; > 100 млн м³ – Нижний Тагил, Серов, Шарыпово с Шарыповским районом, Североуральск, Барнаул, Бийск, Прокопьевск с Прокопьевским районом, а также Томск с Томским районом.

В структуре использования свежей воды основной объем приходится на поверхностные водоисточники (84 %). Наибольшая доля используемых поверхностных вод характерна для бассейна Чулыма (95 %), наименьшая – для Оби (с притоками) (74 %). За период 2009-2013 гг. доля поверхностных водных источников в структуре используемых вод в Обь-Иртышском бассейне уменьшилась на 1,6 %.

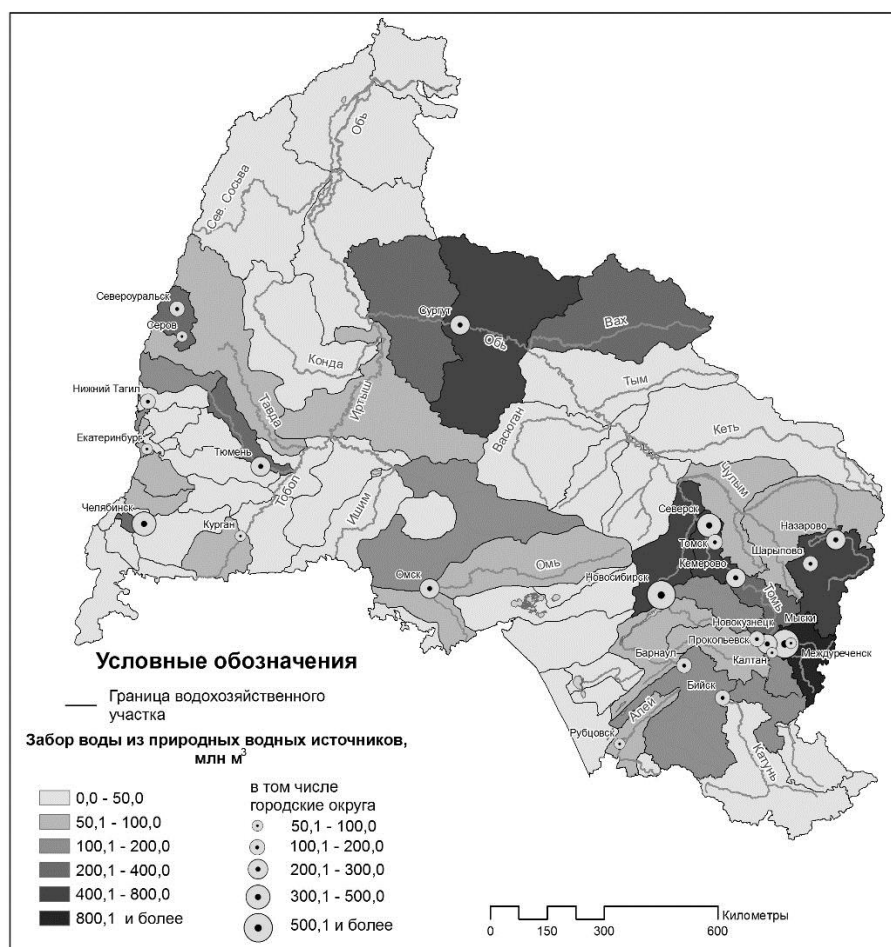


Рис. 2. Забор воды в разрезе ВХУ, 2013 г.

Однако в абсолютных величинах произошло более значительное сокращение объемов используемых вод из поверхностных водных источников в среднем на 13 %. При этом в бассейне Томи оно составило 19 %, в бассейне Чулыма – 19 %, в бассейне Иртыша (с Тоболом) – 15 %. И лишь в бассейне Оби (с притоками) рост составил 4 % (рис. 3а).

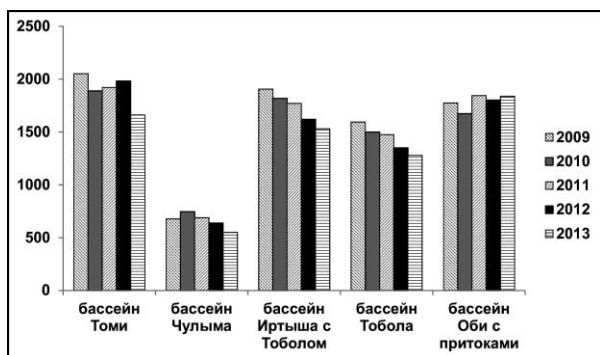
Среди административно-территориальных образований в 2013 г. объемами использования поверхностных вод более 100 млн м³ отличались города Бийск, Омск, Екатеринбург, Шарыпово с Шарыповским районом, Нижний Тагил, от 200 до 300 млн м³ – Кемерово, Назарово, Тюмень и Челябинск, свыше 300 млн м³ – Новосибирск и Северск. Наибольшие объемы поверхностных вод приходятся на г. Мыски (913,1 млн м³) и Нижневартовский район ХМАО (790,4 млн м³).

Подземные водные источники имеют незначительную долю в объемах вод, используемых на территории Обь-Иртышского бассейна – в среднем около 16 %. Максимальные показатели приходятся на бассейн Оби (с притоками), минимальные – на бассейн Чулыма (26 и 5 %, соответственно). Абсолютные величины использования подземных вод свидетельствуют, что за период 2009-2013 гг. произошло сокращение их объемов в среднем на 1 %. Наибольшее

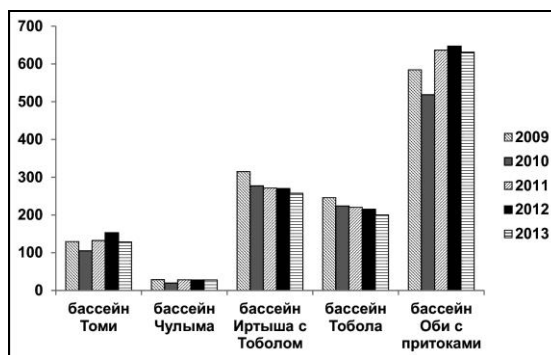
снижение отмечается в бассейнах Иртыша и Тобола (на 18 %), наименьшее – в бассейне Томи (менее 1 %). В бассейне Оби (с притоками), напротив, зарегистрировано увеличение доли подземной составляющей в общей структуре используемых вод на 8 % (рис. 3б).

В 2013 г. наибольшими объемами использования подземных вод характеризовались Сургутский (208,9 млн м³), Нижневартовский (79,7), Нефтеюганский (66,6), Ханты-Мансийский (38,2) районы, а также города Томск (40,6), Сургут (26,7), Екатеринбург (18,0), Тюмень (17,7), Кемерово (14,5), Барнаул (14,4), Новокузнецк (13,3), Бийск (12,9), Северск (10,6 млн м³).

На фоне сокращающихся объемов использования водных ресурсов отмечается рост *потерь воды при транспортировке*, который в среднем за период 2009-2013 гг. составил в целом по Обь-Иртышью 8 %, в том числе: в бассейне Томи – 14, Чулыма – 1,5, Иртыша – 1, Оби (с притоками) – 20 %. Только в бассейне Тобола данный показатель за рассматриваемый период уменьшился на 12 %. Наибольшие водопотери в 2013 г. отмечались в городах Челябинск (71,2 млн м³), Новосибирск (54,2), Тюмень (20,1), Курган (15,8), Рубцовск (12,6), а также в Новокузнецком (104,9), Омском (49,0) и Томском (12,0 млн м³) муниципальных районах.



а



б

Рис. 3. Использование водных ресурсов по бассейнам рек, млн м³:

а – из поверхностных водных источников, б – из подземных

Объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в Обь-Иртышском бассейне сократились за 2009-2013 гг. на 5 %. Наибольшие объемы зарегистрированы в бассейнах Иртыша и Тобола, достигая уровней 90-91 % от количества всех используемых вод в 2013 г., наименьшие – в бассейне Томи и Чулыма – 71-75 % (рис. 4).

В индустриально развитых бассейнах Иртыша и Тобола объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения достигают максимальных значений в таких городах, как Асбест (3564,4 млн м³), Челябинск (2505,5), Кировград (2193,8), Омск (1397,3), Троицк (995,3), Нижний Тагил (951,4), Южноуральск (833,8), Тобольск (737,6), Заречный (605,6), Тюмень (548,4),

Верхняя Пышма (540,6), Качканар (522,9 млн м³).

Объемы сбросов сточных вод всех категорий в 2013 г. в Обь-Иртышском бассейне в целом составил 6,1 км³, что меньше уровня 2009 г. на 16 %. Наибольшие значения в 2013 г. приходились на бассейн р. Томь, доля которого составила 32,3 % общего объема. Отвод сточных вод всех категорий в бассейнах рек Обь (с притоками), и Иртыш (с Тоболом) составил, соответственно, 29,3 и 29,7 %, р. Чулым – 8,7 %. Динамика сбросов в рассматриваемый период времени такова, что в бассейнах рек Томь, Чулым и Иртыш (с Тоболом) наблюдается сокращение их объемов, при этом в бассейне Оби (с притоками) данный показатель практически не изменился (рис. 5).

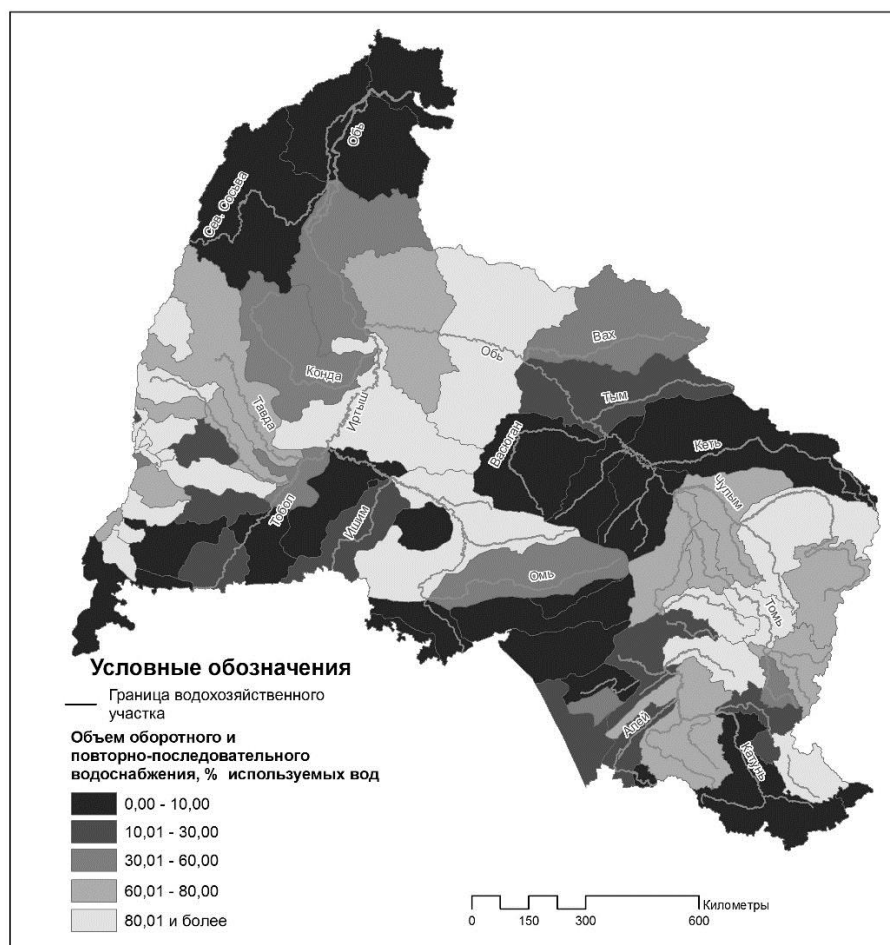


Рис. 4. Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в общем объеме использованных вод в разрезе ВХУ, 2013 г.

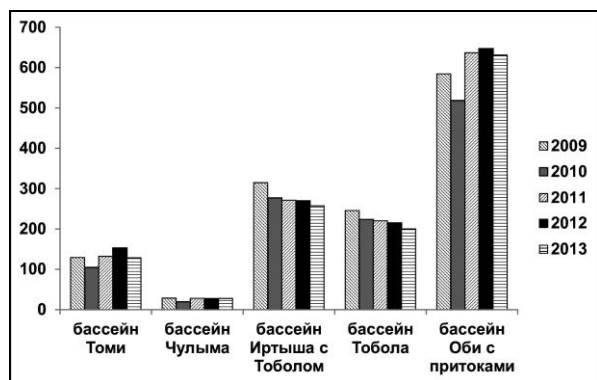


Рис. 5. Сброс сточных вод всех категорий по бассейнам рек за 2009-2013 гг., млн м³

В административно-территориальном разрезе максимальные объемы сточных вод всех категорий ежегодно приходятся на Тюменскую и Кемеровскую области, в 2013 г. здесь было сброшено 1763,5 и 1145,6 млн м³ сточных вод, соответственно. В Тюменской области только на ХМАО приходится 824,5 млн м³. Минимальным объемом сточных вод всех категорий (4,5 млн м³) характеризуется Республика Алтай (табл. 1).

Основными поставщиками сточных вод являются города Мыски – 918,6 млн м³ (сбросы Томь-Усинской ГРЭС), Новосибирск – 464,6, Северск – 298,9, Назарово – 282,9, Тюмень – 282,8, Екатеринбург – 227,8 млн м³. В Нижневартском районе ХМАО образуется 706,6 млн м³ сточных вод, что связано с деятельностью одноименной ГРЭС. Объемы сбросов более 100 млн м³ характеризуются уральские промышленные гиганты: Челябинск, Нижний Тагил, Североуральск, а также города Омск, Кемерово, Бийск, а также Новокузнецкий район Кемеровской области и Шарыповский район Красноярского края. При этом отдельные регионы осуществляют сброс преимущественно неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. Например, практически весь объем стоков крупнейших промышленных центров Урала (Челябинск, Екатеринбург, Нижний Тагил и др.), Новокузнецка, Омска, Назарово,

Шарыпово относится к категории «загрязненные» [3].

Среди водохозяйственных участков наибольшие объемы сточных вод всех категорий приходятся на ВХУ 13-01-03-002 (Томь от истока до г. Новокузнецк, без р. Кондома) – 1154,5 млн м³; 13-01-11-001 (Обь от впадения р. Вах до г. Нефтеюганск) – 486,5; 13-01-04-001 (Чулым от истока до г. Ачинск) – 476,9; а также 13-01-02-007 (Обь от Новосибирского гидроузла до впадения р. Чулым, без рек Иня и Томь) – 470,0 млн м³ (рис. 6).

Основная антропогенная нагрузка на водные объекты связана с изъятием воды и сбросом сточных вод. Для оценки нагрузки применялись такие показатели, как коэффициент использования водных ресурсов (отношение используемых из поверхностных источников вод к среднесуточным речным расходам, %) и кратность разбавления сточных вод поверхностными водами (отношение расходов речного стока к количеству сбрасываемых стоков, число раз).

Коэффициент использования водных ресурсов в целом для Обь-Иртышского бассейна незначителен и составляет около 1,4 %. Минимальных значений (менее 0,01 %) этот показатель достигает в горах Алтая (бассейн оз. Телецкое и р. Катунь), а также в среднем и нижнем течении реки, в районах, не связанных с нефте- и газопромыслом. На участках, где осуществляется добыча нефти и газа, этот показатель существенно повышается (бассейн р. Вах – 1,8 %, достигая 4 % в маловодные годы), но не выходит за пределы значений низкого водного стресса (<10 %).

Слабая нехватка воды (10-20 %) может отмечаться в бассейнах некоторых степных рек (в том числе области внутреннего стока Обь-Иртышского междуречья) в маловодные периоды. На территории двух уральских водохозяйственных участков слабая нехватка воды наблюдается и в средние по водности годы: это ВХУ 14-01-05-001 (р. Увелька) – 11,1 % и 14-01-05-016 (р. Нейва от истока до Невьянского г/у) – 12,8 %.

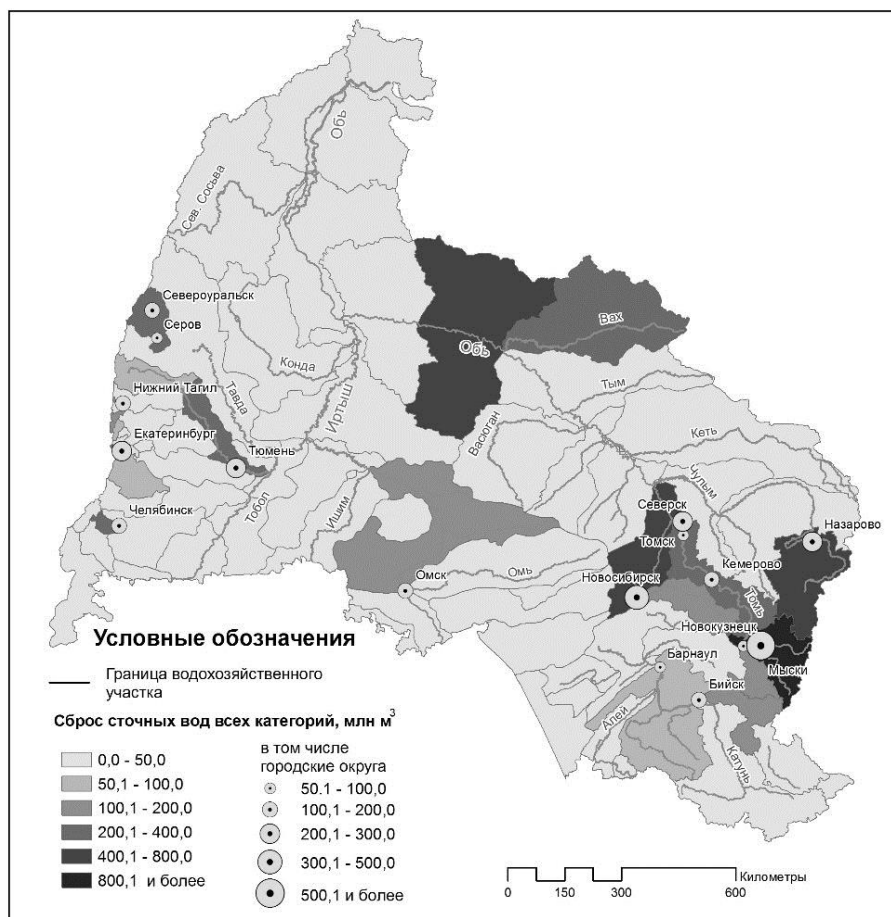


Рис. 6. Сброс сточных вод всех категорий в разрезе ВХУ, 2013 г.

Коэффициент использования водных ресурсов в бассейне Томи изменяется от низких (<10 %) до средних и даже высоких (20-40 % и более) значений. Например, в районе г. Мыски общий забор поверхностных вод превышает 20 % среднегогодового расхода р. Мрассу.

Средний (20-40 %) и даже высокий (>40 %) уровень нехватки воды наблюдается в высокоиндустриальных и густонаселенных регионах Урала. В верхних частях бассейнов рек Тагил (г. Нижний Тагил) и Миасс забор воды достигает более 50-70 % от их среднесреднегогодовых расходов. При этом в верховьях р. Миасс в районе Челябинска забор воды равен расходу реки, иными словами, речной сток полностью формируется из сточных вод предприятий города [3]. Что касается водохозяйственных участков, максимальные зна-

чения коэффициента использования водных ресурсов наблюдаются в пределах ВХУ 14-01-05-009 (р. Миасс от Аргазинского г/у до г. Челябинск) – 57,6 %, 14-01-05-005 (р. Исеть от истока до г. Екатеринбург) – 36,0, 14-01-05-007 (р. Теча) – 31,2, 14-01-05-021 (р. Рефт от истока до Рефтинского г/у) – 28,1 и 14-01-05-014 (р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил, без р. Черной) – 22,3 % (рис. 7).

Кратность разбавления сточных вод всех категорий в целом по Обь-Иртышскому бассейну в 2013 г. составляла 66,3 раз. При этом наибольшая нагрузка сточными водами всех категорий наблюдалась в бассейне р. Тобол, где кратность не превышала 15,5 раз и р. Томь – 16,8 раз. В бассейнах рек Иртыш (с Тоболом) и Чулым данный показатель составлял 48,2 и 47,0 раз соответственно.

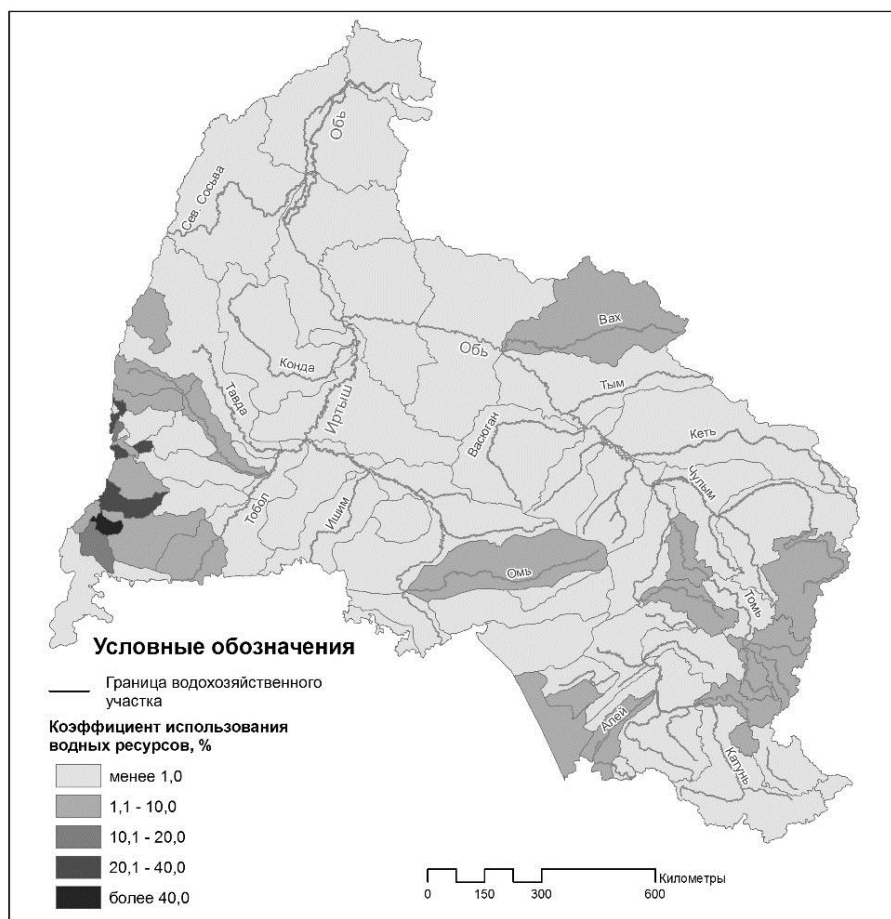


Рис. 7. Коэффициент использования водных ресурсов в разрезе ВХУ, 2013 г.

Минимальна нагрузка на водные объекты в бассейне собственно Оби (с притоками), где кратность немногим менее 229,0 раз. Динамика нагрузки сточными водами соответствует общей тенденции сокращения объемов сбросов – на фоне ее постепенного снижения в бассейнах рек Иртыш (с Тоболом), Томь и Чулым, а также на территории области внутреннего стока, кратность разбавления сточных вод в бассейне Оби (с притоками) существенно не изменилась.

Среди ВХУ наибольшей нагрузкой сточными водами всех категорий отличаются участки в бассейне р. Тобол – это наиболее нагруженная часть Обь-Иртышского бассейна. Кратность разбавления менее 10 раз имеют восемь ВХУ в бассейнах рек Тагил, Миасс, Исеть, Пышма, Рефт, Нейва, Сосьва, Теча,

прежде всего, в их верхней части (табл. 2, рис. 8).

На территории еще 21 ВХУ кратность разбавления сточных вод составляет менее 100 раз. Кроме бассейнов уральских рек (к которым кроме вышеупомянутых, также относятся верховья рек Тура, Реж и Увелька), это Тобол до г. Тобольск, все четыре водохозяйственных участка в бассейне р. Томь, р. Алей ниже Гилевского г/у, рек Вах, Бия, а также некоторые ВХУ в бессточной области Обь-Иртышского междуречья.

Что касается отдельных водных объектов, самые низкие значения кратности разбавления сточных вод отмечаются на территории следующих бассейнов. В бассейне р. Тобол: Ница – 0,6 раза, Тагил – 0,8, Пышма – 0,8, Миасс – 1,9 раза; в бассейне р. Томь: Бачат – 0,6 раза, Аба – 1,6 раза.

Таблица 2

ВХУ бассейна р. Обь с кратностью разбавления сточных вод менее 100 раз

ВХУ		Объем поверх- ностного стока	Объем сточных вод	Кратность разбавления
14-01-05-014	р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил, без р. Черной	240,0	139,3	1,7
14-01-05-009	р. Миасс от Аргазинского г/у до г. Челябинск	358,8	202,0	1,8
14-01-05-005	р. Исеть от истока до г. Екатеринбург	475,9	228,9	2,1
14-01-05-020	р. Пышма от истока до Белоярского г/у	77,0	30,7	2,5
14-01-05-021	р. Рефт от истока до Рефтинского г/у	96,0	35,3	2,7
14-01-05-016	р. Нейва от истока до Невьянского г/у	203,0	50,1	4,1
14-01-05-007	р. Теча	156,0	31,4	5,0
14-01-05-024	р. Сосьва от истока до в/п у д. Морозково	2150,0	262,7	8,2
13-01-04-001	р. Чулым от истока до г. Ачинск	5776,2	476,9	12,1
13-01-02-006	р. Иня	1498,5	109,1	13,7
14-01-05-008	р. Миасс от истока до Аргазинского г/у	284,0	19,8	14,3
14-01-05-001	р. Увелька	186,6	12,0	15,6
14-01-05-006	р. Исеть от г. Екатеринбург до впадения р. Теча	867,1	55,0	15,8
13-01-03-002	р. Томь от истока до г. Новокузнецк, без р. Кондома	21885,5	1154,5	19,0
14-01-05-012	р. Тура от истока до впадения р. Тагил	1190,0	56,3	21,1
14-01-05-010	р. Миасс от г. Челябинск и до устья	535,1	23,4	22,9
14-01-05-023	р. Тура от впадения р. Тагил и до устья, без рек Тагил, Ница и Пышма	7051,7	295,0	23,9
13-01-03-001	р. Кондома	3876,5	127,9	30,3
13-02-00-003	Водные объекты южнее бассейна р. Бурла без бассейнов озер Кучукского и Кулундинского	314,1	10,3	30,4
14-01-05-003	р. Тобол от впадения р. Уй до г. Курган	1324,9	34,3	38,6
13-02-00-001	Бассейн Кучукского озера	96,2	2,3	42,5
14-01-05-022	р. Пышма от Белоярского г/у и до устья, без р. Рефт от истока до Рефтинского г/у	900,0	20,0	45,0
14-01-05-015	р. Тагил от г. Нижний Тагил и до устья	1300,0	28,5	45,6
13-01-10-001	р. Вах	16943,8	296,8	57,1
13-01-02-002	р. Алей от Гилевского г/у и до устья	1262,9	21,9	57,6
14-01-05-018	р. Реж (без р. Аять от истока до Аятского г/у) и Нейва (от Невьянского г/у) до их слияния	830,0	12,9	64,3
13-01-03-004	р. Томь от г. Кемерово и до устья	32783,5	387,3	84,6
13-01-01-002	р. Бия	15265,5	171,1	89,2
13-01-03-003	р. Томь от г. Новокузнецк до г. Кемерово	26414,7	287,0	92,0

Выполненный анализ особенностей использования водных ресурсов в бассейнах рек Оби и Иртыша в разрезе отдельных регионов, бассейнов и водохозяйственных участков за период 2009-2013 гг. позволил выявить некоторые структурные и пространственные изменения водопользования изучаемой территории.

На фоне общего сокращения объемов забранной воды, которое отмечалось и ранее, начиная с 1990-х гг., что связано было с сокращением производства в регионах Обь-Иртышского бассейна, следует констатировать повышение доли, а значит и значения, бассейна основной реки Обь (с притоками) в общем объеме забранных и используемых вод.

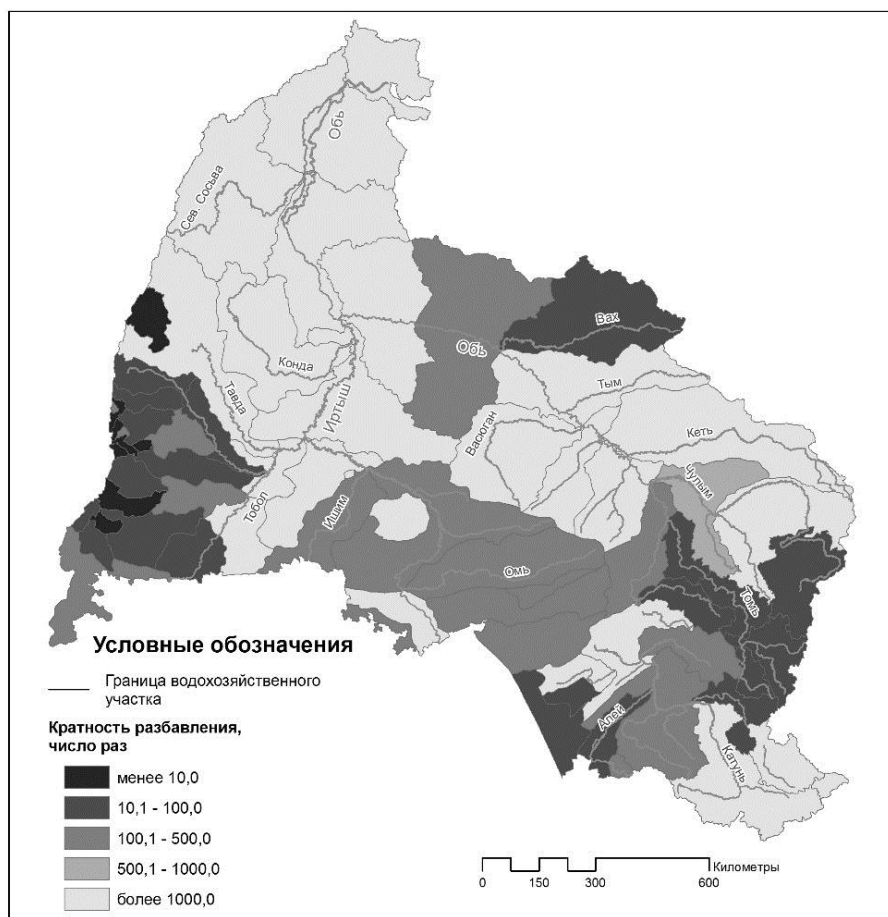


Рис. 8. Кратность разбавления сточных вод всех категорий в разрезе ВХУ

Этот факт объясняется увеличением роли добывающих производств, использующих водные ресурсы при добыче нефти и газа. Традиционно высокими объемами использования вод по-прежнему характеризуется бассейн Иртыша (особенно Тобола) и Томи, расположенные в пределах их водосборных территорий предприятия энергетики и металлургической отрасли имеют крайне водоемкие показатели и абсолютные значения забранных и используемых вод.

К сожалению, остаются высокими уровни водопотерь в регионах Обь-Иртышского бассейна, что объясняется значительным износом магистральных и водопроводных сетей. При этом отмечается сокращение объемов оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, что особенно не логично,

поскольку для территорий с наименьшей природной водообеспеченностью (степные и лесостепные участки бассейна) доля оборотки имеет минимальные значения, хотя именно для этих ВХУ просто необходимо было их долю увеличить до максимальных значений.

При существующей тенденции сокращения объемов сбросов сточных вод всех категорий в целом по Обь-Иртышью в бассейне основной реки Обь с прочими притоками данный показатель практически не меняется, что, как уже отмечалось, объясняется особенностями развитой здесь нефтегазовой отрасли. Несмотря на это лидирующие позиции по объемам сброшенных сточных вод ежегодно занимает бассейн р. Томь. В структуре сточных вод в некоторых регионах традиционно высока

доля неочищенных или недостаточно очищенных стоков.

Что касается антропогенного воздействия, то в целом при незначительном уровне нагрузки на водные объекты, высокие коэффициенты использования водных ресурсов и низкие значения кратности разбавления сточных вод отмечаются в бассейнах рек, приуроченных к высокоиндустриальным и густонаселенным регионам, прежде всего,

уральским. Динамика антропогенной нагрузки соответствует тенденции сокращения объемов водозаборов и сбросов сточных вод. На фоне постепенно снижающейся нагрузки сточными водами на территории в целом, кратность их разбавления в бассейне Оби (с притоками) существенно не изменилась, это же характерно и для значений коэффициента использования водных ресурсов.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/emiss/.
2. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. Проф. И.А. Шикломанова. – СПб: Государственный гидрологический институт, 2008. – 600 с.
3. Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Водные ресурсы Обь-Иртышского бассейна и их использование // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41. – № 1. – С. 3-9.

References

1. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (Rosstat) [Elektronnyy resurs]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/emiss/.
2. Vodnye resursy Rossii i ikh ispolzovaniye / Pod red. Prof. I.A. Shiklo-manova. – SPb: Gosudarstvenny gidrologichesky institut, 2008. – 600 s.
3. Stoyashcheva N.V., Rybkina I.D. Vodnye resursy Ob-Irtyshskogo basseyna i ikh ispolzovaniye // Vodnye resursy. – 2014. – T. 41. – № 1. – S. 3-9.

PECULIARITIES OF WATER USE IN REGIONS OF THE OB-IRTYSH BASIN

I.D. Rybkina, N.V. Stoyashcheva, M.S. Gubarev, E.S. Orlova, E.Yu. Sedova
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: stoyash@mail.ru

The analysis of peculiarities of water resources use in the Ob and Irtysh river basins for some regions, basins and hydro-economic site (2009-2013) was made. Volumes of water intake and wastewater discharge, transport-related loss of water, dynamics of reverse water and water recycling-consecutive supply were specified. Water resources stress and sewage loads were defined. The calculation outcomes were mapped. Structural and spatial changes in the use of water resources of the Ob-Irtysh basin were found out.

Key words: Ob-Irtysh basin, water intake, water use, wastewater discharge, withdrawal coefficient, dilution ratio.

Received December 2, 2016

Раздел 2

КАРТОГРАФИЯ. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Section 2

CARTOGRAPHY. GIS

УДК 528.8: 910.1+624.131.47: 910.1

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ
НА ОСНОВЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ТОПО-
И КОСМОКАРТМАТЕРИАЛОВ
(НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ)**

Н.Ю. Курепина, Ю.М. Цимбалей, Т.Г. Плуталова, С.В. Циликаина
Институт водных и экологических проблем СО РАН, E-mail: nyukurepina@mail.ru

Выполнен ретроспективный анализ топографических карт и космоматериалов разных лет съемки за период с 1930 по 2000-е гг. Полученные результаты позволяют сделать оценку процессов опустынивания Кулундинской степи.

Ключевые слова: топографические карты и космические снимки разных лет съемки, Кулундинская степь, картографирование в ГИС, опустынивание.

Дата поступления 16.11.2016

Настоящая работа проведена в контексте международного проекта «Кулунда: как предотвратить глобальный синдром пыльных бурь?» (подпроект № 5 «Геоинформационные исследования») [1] и касается опустынивания территории. Под опустыниванием понимается: во-первых, «потеря местностью (естественное исчезновение или уничтожение) сплошного растительного покрова с невозможностью его самовозобновления...», во-вторых, «...уменьшение или уничтожение биологического потенциала земли...», которое может привести к возникновению условий, характерных для пустыни, в-третьих, «снижение природно-ресурсного потенциала...». Все эти процессы происходят либо путем расширения ареала пустыни, либо углубления имеющейся ситуации [2]. Опустынивание может быть обусловлено как естественными (природными)

причинами (дефицит воды, засуха, аридизация климата, геохимическая бессточность территории, соленакопление под влиянием золотого переноса, низкая биологическая продуктивность естественных фитоценозов и др.), так и деятельностью человека (вырубка леса, пастбищная дигрессия, нарушение водного баланса водоема, демографический спад и т.д.) [3-5].

Алтайский край входит в список 25 субъектов Российской Федерации, которые целиком или частично включены в зону опустынивания [6]. В истории развития степных пространств региона выделяют три периода: природно-девственный, пастбищно-кочевой и аграрно-земледельческий [7-8], из которых наиболее сбалансированным оставался природно-девственный, отличающийся ограниченным изъятием ресурсов. В последующий продолжительный

пастбищно-кочевой период степи осваивались кочевыми народами, растительность и почвенный покров подвергались вытаптыванию, а остатки прошлогодней растительности – выжиганию в весенний период, ведущему к увеличению поглощения солнечной энергии поверхностью почвы и ее иссушению. Участились суховеи и засухи. На рубеже XIX и XX столетий состоялся переход к аграрно-земледельческому способу эксплуатации природных ресурсов степи. С этого момента темпы деградации экосистем региона начали неуклонно расти, при этом возросла глубина их трансформации и площади.

Интенсификация нагрузки связана с осуществлением таких крупных проектов общегосударственного уровня, как столыпинская аграрная реформа, или «столыпинская целина» (переселенческое движение на Алтай, рост числа и площади населенных пунктов, освоение новых земель, в т.ч. в Кулундинской и Бельгагачской степях, рост сырьевой базы и зарождение новых отраслей хозяйства). Дальнейшее развитие связано с промышленными потребностями военного времени 1941-1945 гг. при сохранении статуса территории как основной житницы страны. Наконец, «поднятие целинных и залежных земель», в результате которого было освоено более 2,6 млн. га новых территорий, организовано 20 целинных совхозов. Но уровень распаханности в сухих степях Кулунды иногда доходил до 90-93 % от общей земельной площади, что привело к активному опустыниванию с развитием процессов дефляции, водной эрозии, засоления [4, 9]. Масштаб дефляции и возникновения пыльных бурь оценивался как катастрофический, нанесший серьезный урон почвенному покрову степей.

Проблемы изменения и деградации экосистем всегда интересовали ученых. Первые исследования региона были связаны с изучением состояния почвенного и растительного покрова, и все они имели картографическое сопровожде-

ние [10-13]. В дальнейшем цели и задачи изучения Кулундинской степи в связи с ее ускоренным освоением расширялись, и картографирование оставалось неотъемлемой частью проводимых работ [14-18]. Картографический метод исследования актуален и сегодня, он активно используется учеными при изучении процессов деградации земель и опустынивания [19-20]. При этом широкое применение получили аэрокосмические данные как информационный источник для картосоставления.

За достаточно продолжительный период накоплен значительный объем картографического материала, фиксирующего состояние природной среды, селитебной и хозяйственной инфраструктуры в отдельные временные срезы и разные периоды развития природы и общества, анализ которых дает исходный материал для оценки тенденций, интенсивности процессов их трансформации, в т.ч. опустынивания территории.

Целью настоящих исследований был ретроспективный анализ топографических карт разных лет исполнения и разновременных космокартматериалов для оценки их возможностей в деле изучения динамики опустынивания на примере степных пространств Алтайского края (Кулундинская степь), испытывающих, кроме естественной климатической нестабильности, большие антропогенные нагрузки, вызывающие опустынивание территории. За основу принята схема физико-географического районирования, разработанная в ИВЭП СО РАН [21-22], на которой рассматриваемый регион представлен тремя физико-географическими провинциями (Кулундинской, Южноприалейской и, частично, Предалтайской), а в качестве модельных объектов для пространственно-временных исследований выбраны два муниципальных района – Кулундинский (КМР) и Михайловский (ММР), тяготеющих к центральным частям провинций и репрезентативных для степей в целом (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения объектов исследования

Провинции расположены в пределах Кулундинской аллювиальной равнины и Приобского плато с большим количеством бессточных солончатых и соленых озер и отличается очень высокой сельскохозяйственной освоенностью. Южная часть ММР занята сосновыми борами на песчаных дельтах древнего стока с бугристо-грядистым рельефом. Климат провинций резко континентальный, отличается засушливостью (засухи, суховеи) и большим количеством тепла и света в течение всего вегетационного периода.

Для оценки динамики опустынивания в качестве анализируемых данных использовалась разновременная информация дистанционной и наземной съемки земной поверхности – топографические карты масштаба 1:200 000 в соответствии годами съемки местности (ГСМ): 1933-1937, 1939-1947 и 1983-

1986, одним из источников данных при составлении которых используется космическая информация и космоснимки пространственного разрешения 30 м из архивов Landsat, представленные на сайте Google Планета Земля в свободном доступе в сети Интернет [23-24].

Топографические карты – «источник разносторонней пространственно-временной информации, вмещающей данные дистанционного зондирования, статистические показатели и т.д. Изучаемые объекты могут быть оценены по множеству показателей: местоположению (координаты), размерам (протяженность, площади, объемы, высоты, глубины), ориентировке (экспозиция, углы наклона), форме (общие очертания, вытянутость, извилистость, кривизна), плотности (густота, концентрация), расчлененности поверхности (общая, вертикальная, горизонтальная)» [25], а их временная многослойность способствуют системному отображению действительности на определенные моменты времени, а в совокупности – в развитии.

В целом охвачен 80-летний период, за который выполнен ретроспективный анализ топографических и дистанционных космических материалов. Совместное изображение элементов местности на плане позволило установить их взаимозависимости. Из большого числа отраженных на картах и снимках объектов и сведений были отобраны индикаторы. Это природные объекты: реки и озера, представляющие основную гидрографическую информацию, естественная древесная растительность (лес, колки), а также антропогенные: лесополосы и населенные пункты.

Естественные гидрографические объекты в условиях преимущественного атмосферного питания, характерного для рассматриваемой территории, четко реагируют как на уровень осадков, так и на антропогенные воздействия, влияющие на расходование поступающей влаги, что в конечном итоге отражается на

уровенном режиме водоемов и положении линии уреза воды.

Лесные ресурсы выполняют важную мелиоративную и средозащитную функцию, и степень их сохранности показывает, в каком направлении развивается среда обитания человека и насколько устойчиво ее состояние. Начало защитного лесоразведения в степях Алтайского края связано с особенно значительными явлениями опустынивания, такими как засуха 1926 г. В дальнейшем наблюдались периоды как интенсивного создания защитных насаждений, так и почти полного затухания работ по облесению степей. Анализ их колебаний отражает успехи и провалы в борьбе с опустыниванием территории [26].

В качестве основного антропогенного индикатора выступили населенные пункты. «На топографических картах они показываются все без исключения и разделяются по типу поселения, людности и административному значению. Подписи названий населенных пунктов дают представление о численности, а в совокупности с площадью – о плотности населения» [27]. Данному индикатору при оценке динамики опустынивания Кулундинской степи отводится опосредованная роль, тем не менее, по изменению количества населенных пунктов, их площадных характеристик и пространственному расположению наглядно демонстрируется изменение концентрации населения, его хозяйственно-экономическая деятельность, а в конечном итоге и уровень нагрузки на природную среду, ведущей к усилению процессов опустынивания.

Топографические карты и космические снимки преобразовались в цифровой формат и использовались для последующего анализа. Ретроспективный анализ состояния озер осуществлялся на основе сравнения площадей водной поверхности, автоматически получаемых в ГИС. Анализ лесополос проводился по показателю их протяженности, также определяемому в ГИС автоматически.

В роли оптимизатора получения новых знаний выступили ГИС-технологии, обладающие широким спектром функциональных возможностей по обработке данных: их комплексированию в единой системе координат, моделированию и визуальному отображению результатов исследовательской работы. В ГИС, созданной на платформе программного продукта ArcGIS 10.2 (ESRI), выполнены преобразования разновременных данных ДЗ и картографических произведений и сведение их на единую географическую основу. Исходными материалами для исследования территории КМР были топографические карты ГСМ: 1933-1937, 1939-1947 и 1980-1986 гг. (рис. 2). Современное состояние определялось по синтезированным изображениям архивных данных Landsat (2003-2004, 2007, 2013, 2016). Для Михайловского района исходными были топографические карты ГСМ: 1941-1945 и 1983-1985. Современное состояние определялось так же, как и для КМР, по синтезированным изображениям архивных данных Landsat (2003-2004, 2007, 2013, 2016 г., рис. 3 а-в).

Рассматривая уменьшение площади водоемов (усыхание) как следствие и индикатор опустынивания территории, мы отдаем себе отчет, что положение береговой линии и площадь зеркала достаточно динамичны и зависят от целой совокупности процессов и факторов. С одной стороны, это естественное старение и деградация (обмеление) водных объектов в связи с заполнением отрицательных форм рельефа минеральным (продуктами эрозии водосборной поверхности) и биогенным (зарастание) материалом. В какой-то мере это явление также можно считать опустыниванием, т.к. естественным путём понижается водно-ресурсный потенциал территории.

Снижение водного объема делает площадные характеристики водоемов более зависимыми от других факторов, и в первую очередь от также естественного, независимо от антропогенного влияния, процесса общего потепления климата [28].

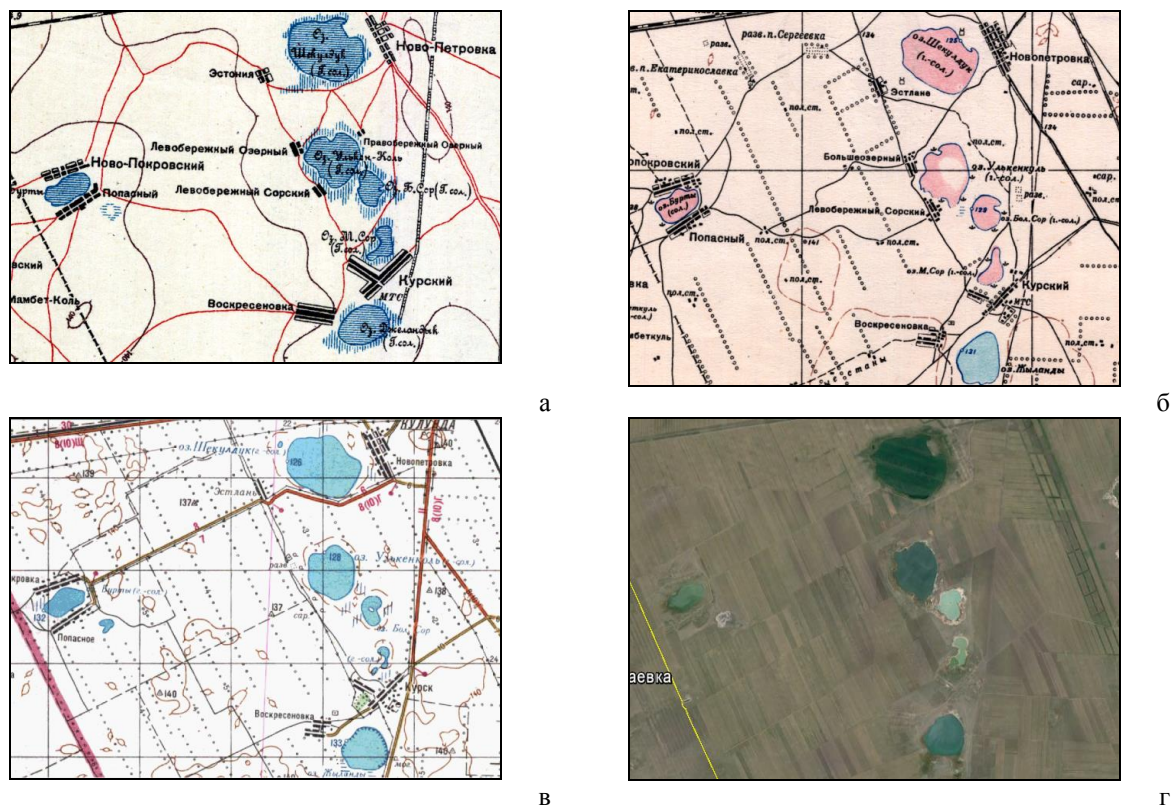


Рис. 2. Пример исходных материалов юго-западной части Кулундинского муниципального района (фрагменты топографических карт), ГСМ:
а – 1937 г., б – 1946 г., в – 1980 г.; г – космическое изображение Landsat 2013 г.

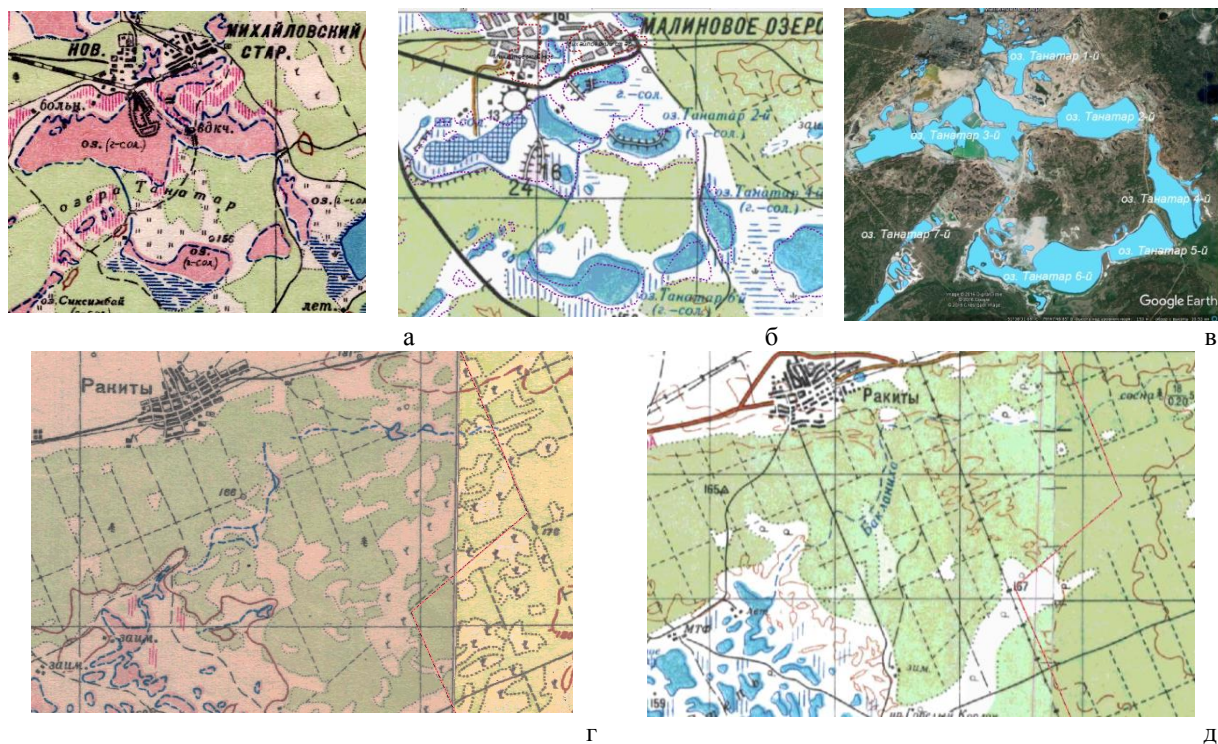


Рис. 3. Пример исходных материалов для Михайловского муниципального района (фрагменты топокарт), а также динамика лесных массивов на одном из участков, ГСМ:
а – 1945 г., б – 1983 г.; в – космоснимок Landsat (04.08.2007), г – 1945 г.; д – 1983 г.

И, наконец, антропогенное влияние через прямой расход водных ресурсов (например, использование на орошение) или хозяйственную деятельность, ведущую к росту испарения с дневной поверхности и сокращения притока в водоемы с водосбора.

Нельзя не отметить ряд факторов, затрудняющих выявление закономерностей в поведении береговой линии. Основными из них оказались изменения (флуктуация) среднегодовых значений осадков и внутригодовая территориальная неравномерность выпадения осадков в разных частях изучаемой площади, особенно проявившаяся на примере малых водоёмов с небольшими глубинами.

Сопоставление материалов показало, что с 1933-1937 гг. до 1984-1986 гг. (практически за полвека) основная тенденция у большинства озёр была к сокращению акватории (табл. 1, рис. 4а) с некоторым увеличением площади в период 1939-1947 гг., которое можно отнести

к неравномерности распределения осадков по территории района в этот период.

Водоемы площадью зеркала менее 2,0 км² ведут себя менее предсказуемо, т.к. из-за малого объема сильно зависят от величины и неоднородности поля осадков, они недостаточно информативны для решения поставленной задачи. В последний из анализируемых этапов (2003-2016 гг.), обеспеченный только космическими снимками, отмечено увеличение площади у 7 водоемов по сравнению с показателями 1933-1937 гг., которое соответствует общему увеличению увлажненности территории в этот период.

В ММР расположены две группы озёр, 27 из которых изображаются на топографических картах масштаба 1:200 000 с собственными названиями (рис. 4в). Северная группа озёр (треть) тяготеет к равнине, остальные (две трети) локализуются в межгрядовых понижениях и широких плоских низинах дельт ложбин древнего стока.

Таблица 1

Динамика изменения площади водной поверхности озёр Кулундинского муниципального района, км²

Название*	Соленость	Временные ряды			
		1933, 1937	1939, 1941-1947	1984-1986	2003-2004, 2007, 2013, 2016
Беленькое	г.-сол.	2,0	1,6	1,0	1,4
Большой Сор	г.-сол.	1,3	1,4	0,8	1,2
Большое Шкло (Б. Шкло-Ушкалы)	сол.	3,2	2,9	2,6	3,4
Бурты	г.-сол.	1,8	1,8	1,4	1,8
Горькие Кильты (Кельты)	г.-сол.	4,2	4,4	3,8	4,7
Горькое (Каки)	г.-сол.	0,3	0,3	0,6	0,3
Жира (Джира, Джирь)		7,2	7,7	6,9	6,6
Жыланды (Джеланды, Джеландык, Жиланды)		2,9	3,0	2,8	3,1
Каракуль	г.-сол.	4,6	3,3	2,9	3,4
Малое Шкло	сол.	1,9	1,8	1,9	2,1
Малые Табуны (южная часть озера)		0,5	солончаки	0,2	0,2
Малый Сор	г.-сол.	1,0	0,9	0,3	0,7
Мезгиль	г.-сол.	0,9	0,7	1,6	0,4
Пресные Кильты (Кельты)		0,8	0,6	0,6	1,3
Синтас (Синтаз)	сол.	2,0	1,5	2,2	1,1
Тазакуль (Туштыкуль, Таза-Куль)		0,3	0,3	0,3	0,3
Улькенколь (Улькен-Коль, Улькен-Куль, Улькенкуль)	г.-сол.	4,0	3,8	3,6	4,3
Шекулдук	г.-сол.	6,9	6,7	6,3	7,7

Примечание: * – приведены только те озера, которые на топографических картах масштаба 1:200 000 имеют собственные названия; в скобках даны устаревшие названия по разновременным топографическим картам.

Наиболее крупными по площади водного зеркала являются озера Малиновое, Горносталево, Вшивка, Дунай и Иодное. На рисунке 3 (а-в) был дан пример изображения разновременной ситуации в ММР (фрагмент), а в таблице 2 представлены результаты измерения площадных параметров водных объектов района.

Результаты анализа изменений размеров водоемов ММР еще более показательны. У 16 из них изменение площади носит последовательно регрессивный характер, у 10 в период 2003-2016 гг., как и в предыдущем случае, акватории несколько увеличиваются, не достигая, однако, исходного положения, и только в 2 случаях у водоёмов с площадью не более 1,0 км² наблюдается некоторое его превышение. В целом же

тенденция усыхания, установленная на примере озер КМР, в рассматриваемом районе устойчиво сохраняется, подчеркивая продолжающееся опустынивание степных территорий.

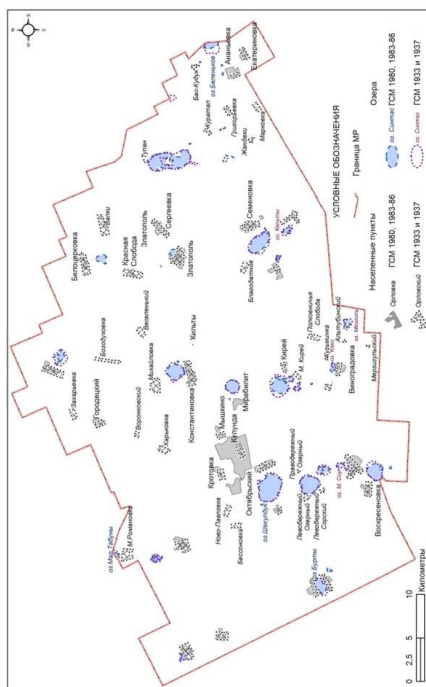
Естественная древесная растительность в Кулундинском МР практически отсутствует, здесь представлены только искусственные насаждения – лесополосы. Я.Н. Ишутин (2005) отмечает, что создание защитных полос в Кулундинской степи начато еще в конце 1920-х гг., но на картах 1930-х гг. лесополосы ещё не отмечены (см. рис. 2а). Оно не прекращалось даже в военное время (1941-1945), и на картах 1940-х гг. суммарное количество лесополос составляет 212 с общей протяженностью более 452,8 км (см. рис. 2б), а к 1960 г. числилось уже 247 защитных лесных насаждений [29].

Таблица 2

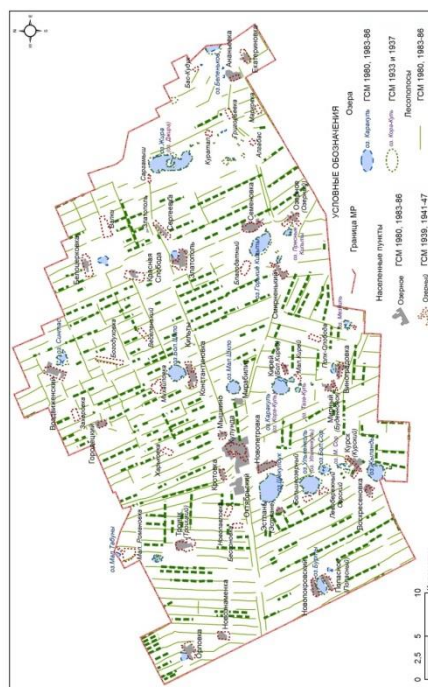
Динамика изменения площади водной поверхности озер
Михайловского муниципального района, км²

Название*	Соленость	Временные ряды		
		1941-1945	1983-1985	2003-2004, 2007, 2013, 2016
Битенькино	г.-сол.	3,0	0,5	0,7
Большой Жалтыр (Б. Горчино, Б. Желтырь)	сол.	1,9	0,5	0,7
Бульмыс (Бульмис)	сол.	0,9	0,8	0,2
Вшивка	г.-сол.	5,9	4,3 / 0,6	4,0 / 0,6
Гектол (1945)**	г.-сол.	0,4	солончаки	солончаки
Гад	г.-сол.	0,6	0,3	0,4
Горносталево	сол.	9,0	7,1	5,2
Горчино	—	1,5	1,3	1,2
Демкино	—	2,4	2,0	2,0
Дунай	г.-сол.	10,2	8,7	3,8
Жиркайын (Жир-Коин)	сол.	1,8	0,4	0,8
Иодное	г.-сол.	3,2	1,7	3,0
Каратал (Коротал)	сол.	2,9	1,3	0,9
Ломовое	г.-сол.	1,8	1,2	1,4
Малиновое	г.-сол.	11,1	9,1	10,3
Мыльное (Ащегуль)	—	0,7	0,3	0,6
Николаев Берег (Длинное)	г.-сол.	5,2	2,3	1,9
Северный Залив 2-й	г.-сол.	5,2	1,0	1,0
Пресное (1941-1945)	—	0,5	0,3	0,2
Разрезное (1941-1945)	—	0,4	0,2	0,3
Рублёво	—	1,0	2,5	2,0
Соленое (севернее с. Малиновое Озеро)	г.-сол.	0,8	0,4	0,4
Соленое (восточнее с. Малиновое Озеро)	г.-сол.	0,9	1,0	1,0
Солёные Ключики	сол.	3,0	1,7 / 0,1	1,8 / 0,1
Танатар***	г.-сол.	13,3	5,8	10,2
Узкое	г.-сол.	0,6	0,4	0,3
Щербакты (1941-1945)	сол.	0,4	0,2	0,1

Примечание: * – приведены только те озера, которые на топографических картах масштаба 1:200 000 имеют собственные названия; в скобках даны устаревшие названия по разновременным топографическим картам; ** – имело название на определенный ГСМ, указанный в скобках; *** – представляет собой систему из 7 озер (например, Танатар 1-й, Танатар 2-й и т.д.).



а



б



в

Рис. 4. Изменение ситуации по разновременным данным: в Кулундинском муниципальном районе – границ озер и населенных пунктов (а), лесополос (б); в Михайловском муниципальном районе – границ озер, населенных пунктов и лесополос (в).

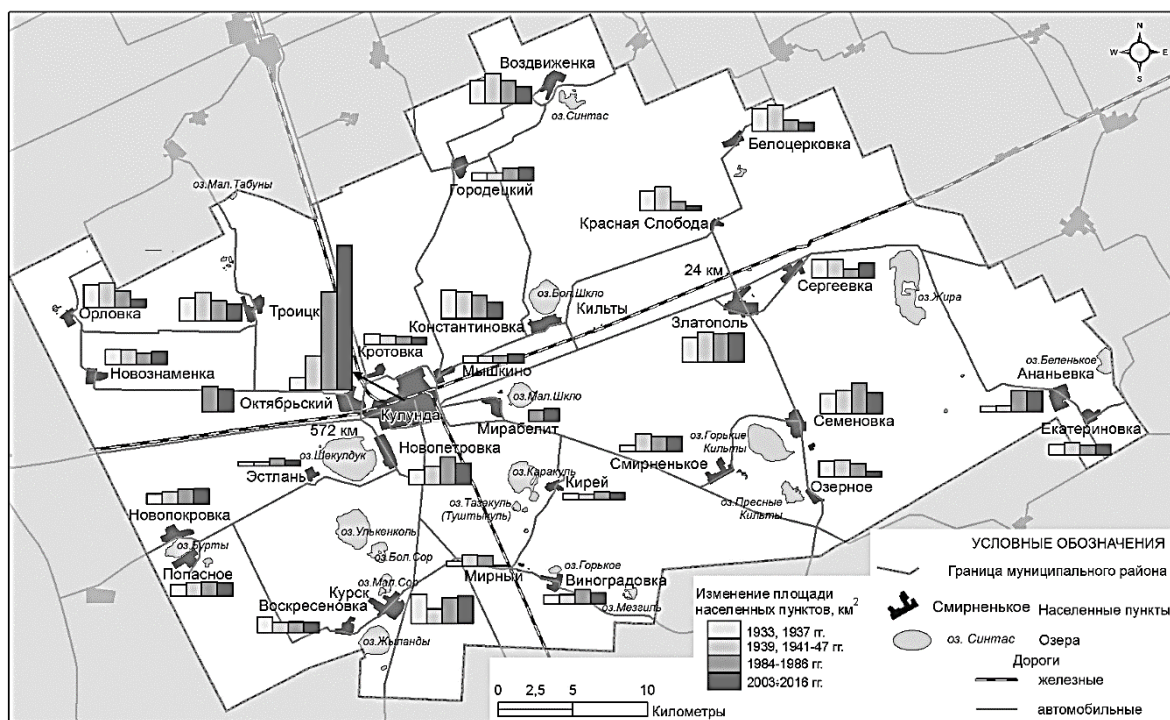
Однако их конструктивные недостатки (много рядов с узкими междурядьями, низкая доля главных пород и др.) не позволили обеспечить защиту от пыльных бурь, унёсших значительную часть мелкозема из пахотного слоя в сильнейшую засуху 1963 г. Это заставило повысить интерес к лесозащите, и с 1961 по 1980 гг. во всей Кулунде их было создано уже 3691. Но с 1981 г. произошел резкий спад объемов лесоразведения, и до 1990 г. было создано всего 134 защитных лесных насаждения, а практически сократившийся уход привел к деградации имеющихся [там же]. На топографических картах 1980-х гг., с учетом соответствующей для масштаба 1:200 000 генерализации, показано всего 373 лесополосы общей протяженностью 1162,3 км (рис. 4б). С 1999 по 2000 гг. в КМР было создано 405 защитных лесонасаждений [29].

По состоянию лесополос ММР следует отметить, что периоды активизации посадок лесозащитных насаждений и затухания данного вида деятельности, описанные для КМР, аналогичны. На топографических картах ГСМ 1945 г. изображено 75 лесополос (северная часть района) общей протяженностью 223,4 км (см. рис. 3 г-д). На картографических материалах следующего временного периода (1983-1985) количество защитных лесных насаждений увеличилось более чем в 3,5 раза (280 лесополос), общая их протяженность составила 896,4 км. До 1960 г. создано 231 защитных лесных насаждений в районе [29]. В Кулундинской степи активизируется лесопосадочная деятельность, за период с 1960 до конца 1970-х гг. создано 1449 лесонасаждений, а с 1971 по 1980 гг. – 1097. В следующее десятилетие создание лесополос резко сократилось, что составило всего 79, а в 1990-е гг. защитные лесные насаждения не создавались.

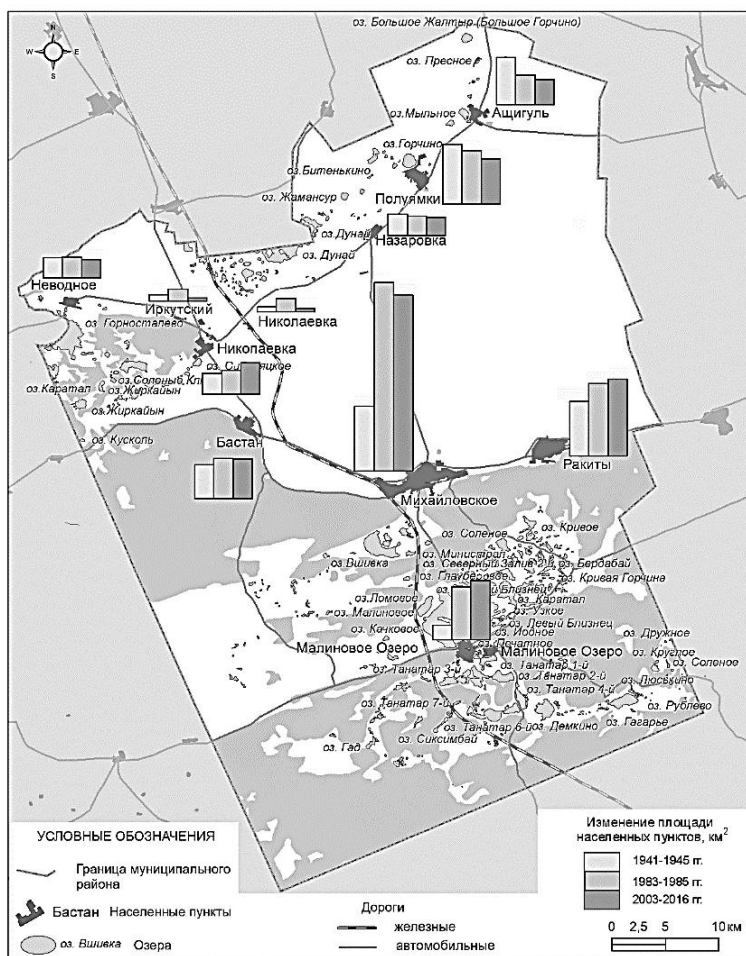
В южной части ММР расположен реликтовый сосновый бор на песках дельт ложбин древнего стока. На картах 1941-1945 гг. при отображении лесного массива показаны только преобладающие породы древостоя, остальные ха-

рактеристики отсутствуют. Ретроспективный анализ проводился по количественной характеристике площади, занятой лесом. Данный показатель в современных границах района в 1945 г. составил 765,8 км², к 1983 г. он увеличился до 1006,5 км² в связи с восстановлением обширных горельников, показанных на картах 1945 г. (см. рис. 3г), до состояния редколесий или полноценных сосновых лесов (см. рис. 3д), а влияния процессов опустынивания выделить не удаётся. В лесополосах отмечается высокая степень деградации вследствие выпасывания скотом и несанкционированными вырубками катастрофически ускоряют процессы опустынивания территории.

Анализ динамики селитебной структуры дал следующие результаты. Наибольшее количество населенных пунктов в КМР (52) отображено на картах 1930-х гг. Наиболее крупными по занимаемой площади являются поселения: Курский (2,41 км²), Константиновка (2,31 км²), Златополь (2,03 км²). Образование населенных пунктов сопровождало крестьянским переселением и внутренней миграции (1901-1917), переходу алтайцев и казахов к оседлому образу жизни [30]. Кроме того, поселения возникали вдоль железных дорог, строительство которых осуществлялось с 1913 г. В дальнейшем число их менялось, и на картах 1940-х гг. их 48. Наиболее крупными по занимаемой площади становятся: Кулунда (2,72 км²), в 1944 г. он получил статус поселка городского типа, Златополь (2,49 км²), Воздвиженский (2,44 км²), Троицкий (2,33 км²), Константиновка (2,22 км²) и Белоцерковка (2,15 км²). Из-за нестабильного экономического развития района начинается отток населения, а с 1992 г. – естественная убыль [31]. На картах 1980-х гг. остался всего 31 населенный пункт, определенная стабилизация (30) отмечается в 2000-е гг. (рис. 5а). Наиболее крупными остаются районный центр Кулунда (11,72 км²), Златополь (2,40 км²) и Курск (2,26 км²). Площадь остальных населенных пунктов составила менее 2 км².



а



б

Рис. 5. Современное положение (по синтезированным изображениям Landsat 2003-2004, 2007, 2013, 2016 гг.) и динамика площади населенных пунктов:
а – Кулундинский муниципальный район; б – Михайловский муниципальный район

В ММР наибольшее количество населенных пунктов (21) отображено на картах 40-х гг. (см. рис. 4в). Самыми крупными по занимаемой площади являлись Михайловское (4,6 км²), Полуямки (4,5 км²), Ракиты (4,1 км²), Ащегуль (3,5 км²) и Бастан (2,5 км²). Дальнейшая динамика аналогична предыдущему району. В настоящее время в районе осталось 11 населенных пунктов (рис. 5б). Самыми крупными являются: районный центр Михайловское (12,6 км²), Ракиты (5,7 км²), Малиновое Озеро (4,3 км²), с. Полуямки (3,4 км²) и с. Бастан (2,9 км²).

Таким образом, анализ топографических карт и космоматериалов разных лет съемки, фиксирующих ситуацию в соответствующем временном срезе, может быть использован для оценки направленности и интенсивности развития таких процессов, как опустынивание территории.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– рассмотренные индикаторы (водоемы, древесная растительность, селитьба), зафиксированные на разновременных картографических и космоматериалах, могут быть использованы для оценки динамики процессов опустынивания территории;

– в качестве прямых индикаторов наиболее информативны естественные водные объекты, площадь акватории

которых уменьшается по мере опустынивания территории;

– наиболее уверенные результаты даёт анализ водоемов площадью более 2,0 км²; площадь небольших (< 2,0 км²) водоемов зависит от большего количества факторов, и анализ их динамики можно использовать в качестве вспомогательного материала, подчеркивающего, например, неоднородность поля осадков как показателя площадной неравномерности процессов опустынивания;

– динамика искусственных лесонасаждений позволяет оценить два противоположных, но взаимосвязанных процесса: с одной стороны, естественная деградация лесополос без поддержки человека (опустынивание), с другой – направленность усилий общества по противодействию опустыниванию и созданию более благоприятных экологических условий его существования;

– динамика структуры и масштабов поселений имеет сложную связь как с изменением условий жизнедеятельности из-за остепнения территории (например, падение уровня подземных вод и осушение колодцев из-за усыхания водоемов), так и изменения социально-экономических условий и приоритетов, в т.ч. плановых укрупнений хозяйств и поселений. В связи с этим искомые соотношения можно считать опосредованными.

Список литературы

1. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2014. – 140 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Слов.-справ. – М.: Мысль, 1990. – С. 123.
3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1936. – 117 с.
4. Чибилев А.А. Уроки целины // Наука. Общество. Человек: Вестн. УрО РАН. – 2004. – № 3. – С. 109-116.
5. Опустынивание засушливых земель России: новые аспекты анализа, результаты, проблемы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 298 с.
6. Виноградов Б.В. Опустынивание – проблема степной зоны России // Степной бюллетень. – 1999. – № 3-4. – С. 55-58.
7. Измаильский А.А. Как высохла наша степь. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 103 с.

8. Семенов Е.А. Освоение целинных земель России и Казахстана: предпосылки и экономические итоги // Вест. ОГУ. – 2012. – № 13 (149). – С. 318-322.
9. Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения в степной зоне (на примере Западной Сибири и Северного Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 214 с.
10. Схематическая карта главнейших почвенных типов Алтайского округа. Составлена в 1899 г. И.П. Выдриным и З.И. Ростовским. Масштаб 35 верст в дюйме // Материалы по исследованию почв Алтайского округа. – Барнаул, 1899.
11. Схематическая карта растительности Алтайского округа с нанесением изотерм, изохимен и изоген / Сост. в 1899 г. И.П. Выдриным и З.И. Ростовским. Масштаб 35 верст в дюйме // Материалы по исследованию почв Алтайского округа. – Барнаул, 1899.
12. Маршрутная почвенная карта Томской губернии к отчету о почвенно-ботанических экспедициях 1912 и 1913 гг. Составитель: А.И. Хаинский. Масштаб 20 верст в англ. дюйме // Тр. почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Часть I. Почвенные исследования 1912 и 1913 гг. Вып. 1. Почвы Барабы и Алтайского округа вдоль левого берега реки Оби. – Петроград, 1915.
13. Карта флористических областей и их зон и подзон в западной части Томской губернии. Масштаб в 1 дюйме 50 верст / П. Крылов // Степи западной части Томской губернии. – Петроград, 1916.
14. Карта растительности Кулунды. Сост. Е.В. Вандакурова, под ред. проф. В.В. Ревердатто // Растительность Кулундинской степи. – Новосибирск: Полиграфиздат, 1950. – 130 с.
15. Карта почвенных зон и районов Южной Сибири (от Уральских гор до оз. Байкал). Сост. А.М. Ворониной, под ред. К.П. Горшенина, 1952 г. // Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 592 с.
16. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1973. – 260 с.
17. Акуленко Ю.Н. Перспективы развития орошения на базе подземных вод в Алтайской части Кулундинской степи // Вопр. орошения Кулундинской степи. Сб. науч. тр. СевНИИГи. – М.-Л., 1982. – С. 39-49.
18. Лашкин В.М., Столяров В.И., Мусохранов В.Е. Почвозащитные исследования в Алтайском крае // Вест. АлтГАУ. – 2005. – № 1 (17). – С. 66-72.
19. Куст Г.С. Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. – М.: Институт почвоведения МГУ-РАН, 1999. – 362 с.
20. Куст Г.С., Глазовский Н.Ф., Андреева О.В., Шевченко Б.П., Добрынин Д.В. Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской Федерации // Аридные экосистемы. – 2002. – Т. 8. – № 16. – С. 7-27.
21. Винокуров Ю.И., Агафонова Н.И., Пудовкина Т.А., Цимбалей Ю.М. и др. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае. – Иркутск, 1988. – 136 с.
22. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500000 / Сост.: Ю.М. Цимбалей, Ю.И. Винокуров. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2016. – 2 л.
23. Google Планета Земля [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.com/earth/>.
24. USGS science for a changing world [Электронный ресурс]. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
25. Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания. – М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. – 319 с.
26. Парамонов Е.Г. Почвозащитное лесоразведение на Алтае. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2012. – 359 с.
27. Основные положения по содержанию топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000 и 1:1000000. ГКИНП-30. – М.: РИО ВТС, 1977.

28. Винокуров Ю.И., Цимбалец Ю.М. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2016. – 258 с.
29. Ишутин Я.Н. Лесополосы в Кулундинской степи. – Барнаул: Изд-во Алт.ГУ, 2005. – 160 с.
30. Алтайский край. Атлас. Т. 2. – М.-Барнаул: ГУ ГиК, 1980. – С. 30.
31. Алтайский край. Электронный атлас. [Электронный ресурс]. – URL: <http://atlas.socpol.ru/portaits/altk.shtml#settle>.

References

1. Ekonomicheskiye, ekologicheskiye, tekhnologicheskiye faktory i rezultaty deyatelnosti selskokhozyaystvennykh predpriyatiy v usloviyakh Kulundinskoy stepi. – Barnaul: Izd-vo AGU, 2014. – 140 s.
2. Reymers N.F. Prirodopolzovaniye. Slov.-sprav. – M.: Mysl, 1990. – S. 123.
3. Dokuchayev V.V. Nashi stepi prezhde i teper. – M.-L.: Selkhozizdat, 1936. – 117 s.
4. Chibilev A.A. Uroki tseliny // Nauka. Obshchestvo. Chelovek: Vestn. UrO RAN. – 2004. – № 3. – S. 109-116.
5. Opustynivaniye zasushlivykh zemel Rossii: novye aspekty analiza, rezultaty, problemy. – M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009. – 298 s.
6. Vinogradov B.V. Opustynivaniye – problema stepnoy zony Rossii // Stepnoy byulleten. – 1999. – № 3-4. – S. 55-58.
7. Izmailsky A.A. Kak vysokhla nasha step. – M.: Selkhozgiz, 1937. – 103 s.
8. Semenov Ye.A. Osvoeniye tselinnykh zemel Rossii i Kazakhstana: predposylki i ekonomicheskiye itogi // Vest. OGU. – 2012. – № 13 (149). – S. 318-322.
9. Mosiyenko N.A. Agrogidrologicheskiye osnovy orosheniya v stepnoy zone (na primere Zapadnoy Sibiri i Severnogo Kazakhstana). – L.: Gidrometeoizdat, 1972. – 214 s.
10. Skhematicheskaya karta glavneyshikh pochvennykh tipov Altayskogo okruga. Sostavlena v 1899 g. I.P. Vydrinym i Z.I. Rostovskim. Masshtab 35 verst v dyuyme // Materialy po issledovaniyu pochv Altayskogo okruga. – Barnaul, 1899.
11. Skhematicheskaya karta rastitelnosti Altayskogo okruga s naneseniyem izoterm, izokhimen i izogen / Sost. v 1899 g. I.P. Vydrinym i Z.I. Rostovskim. Masshtab 35 verst v dyuyme // Materialy po issledovaniyu pochv Altayskogo okruga. – Barnaul, 1899.
12. Marshrutnaya pochvennaya karta Tomskoy gubernii k otchetu o pochvenno-botanicheskikh ekspeditsiyakh 1912 i 1913 gg. Sostavitel: A.I. Khainsky. Masshtab 20 verst v angl. dyuyme // Tr. pochvenno-botanicheskikh ekspeditsiy po issledovaniyu kolonizatsionnykh rayonov Aziatskoy Rossii. Chast I. Pochvennye issledovaniya 1912 i 1913 gg. Vyp. 1. Pochvy Baraby i Altayskogo okruga vdol levogo berega reki Obi. – Petrograd, 1915.
13. Karta floristicheskikh oblastey i ikh zon i podzon v zapadnoy chasti Tomskoy gubernii. Masshtab v 1 dyuyme 50 verst / P. Krylov // Stepni zapadnoy chasti Tomskoy gubernii. – Petrograd, 1916.
14. Karta rastitelnosti Kulundy. Sost. Ye.V. Vandakurova, pod red. prof. V.V. Reverdatto // Rastitelnost Kulundinskoy stepi. – Novosibirsk: Poligrafizdat, 1950. – 130 s.
15. Karta pochvennykh zon i rayonov Yuzhnoy Sibiri (ot Uralskikh gor do oz. Baykal). Sost. A.M. Voroninoy, pod red. K.P. Gorshenina, 1952 g. // Pochvy yuzhnoy chasti Sibiri (ot Urala do Baykala). – M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. – 592 s.
16. Panfilov V.P. Fizicheskiye svoystva i vodnyy rezhim pochv Kulundinskoy stepi. – Novosibirsk: Izd-vo «Nauka», 1973. – 260 s.
17. Akulenko Yu.N. Perspektivy razvitiya orosheniya na baze podzemnykh vod v Altayskoy chasti Kulundinskoy stepi // Vopr. orosheniya Kulundinskoy stepi. Sb. nauch. tr. SevNIIGi. – M.-L., 1982. – S. 39-49.

18. Lashkin V.M., Stolyarov V.I., Musokhranov V.E. Pochvozashchitnye issledovaniya v Altayskom kraye // Vest. Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2005. – № 1 (17). – S. 66-72.
19. Kust G.S. Opustynivaniye: printsipy ekologo-geneticheskoy otsenki i kartografirovaniya. – M.: Institut pochvovedeniya MGU-RAN, 1999. – 362 s.
20. Kust G.S., Glazovsky N.F., Andreyeva O.V., Shevchenko B.P., Dobrynin D.V. Osnovnye rezultaty po otsenke i kartografirovaniyu opustynivaniya v Rossyskoy Federatsii // Aridnye ekosistemy. – 2002. – T. 8. – № 16. – S. 7-27.
21. Vinokurov Yu.I., Agafonova N.I., Pudovkina T.A., Tsimbaley Yu.M. i dr. Prirodno-meliorativnaya otsenka zemel v Altayskom kraye. – Irkutsk, 1988. – 136 s.
22. Landshaftnaya karta Altayskogo kraya. Masshtab 1:500000 / Sost.: Yu.M. Tsimbaley, Yu.I. Vinokurov. – Barnaul: IVEP SO RAN, 2016. – 2 l.
23. Google Planeta Zemlya [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.google.com/earth/>.
24. USGS science for a changing world [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
25. Vereshchaka T.V. Topograficheskiye karty: nauchnye osnovy sodержaniya. – M.: MAIK «Nauka / Interperiodika», 2002. – 319 s.
26. Paramonov Ye.G. Pochvozashchitnoye lesorazvedeniye na Altaye. – Barnaul: Izd-vo Altayskogo gos. un-ta, 2012. – 359 s.
27. Osnovnye polozheniya po sodержaniyu topograficheskikh kart masshtabov 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000 i 1:1000000. GKNP-30. – M.: RIO VTS, 1977.
28. Vinokurov Yu.I., Tsimbaley Yu.M. Landshaftnaya indikatsiya v ekologo-geograficheskikh issledovaniyakh. – Novosibirsk: Akad. izd-vo «Geo», 2016. – 258 s.
29. Ishutin Ya.N. Lesopolosy v Kulundinskoy stepi. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2005. – 160 s.
30. Altayskiy kray. Atlas. T. 2. – M.-Barnaul: GU GiK, 1980. – S. 30.
31. Altayskiy kray. Elektronnyy atlas. [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://atlas.socpol.ru/portaits/altk.shtml#settle>.

ASSESSMENT OF DESERTIFICATION DYNAMICS BASED ON RETROSPECTIVE ANALYSIS OF TOPO- AND SPACE MATERIALS (OBJECTS OF KULUNDA STEPPE AS A CASE STUDY)

N.Yu. Kurepina, Yu.M. Tsimbalei, T.G. Plutalova, S.V. Tsilikina
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, E-mail: nyukurepina@mail.ru

The paper deals with the retrospective analysis of topographic maps and satellite images for different years of survey to assess desertification processes in the Kulunda steppe. The obtained results on evaluating the changes in the studied objects during 1930-1980 prove that the set task is solvable.

Key words: topographic maps and satellite images for different years of survey, Kulunda steppe, cartography in GIS, desertification.

Received November 16, 2016

Раздел 3

ГЕОЛОГИЯ

Section 3

GEOLOGY

УДК 56.017.2:551.734

СВЯЗИ ДЕВОНСКИХ ФЛОР ГОРНОГО АЛТАЯ И КАЗАХСТАНА В СВЕТЕ НОВЕЙШИХ ГЛОБАЛЬНЫХ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Я.М. Гутак¹, В.А. Антонова¹, Д.А. Рубан²

¹Институт горного дела и геосистем Сибирского государственного индустриального университета,
г. Новокузнецк, E-mail: gutakjaroslav@yandex.ru, antvalya@yandex.ru

²Высшая школа бизнеса Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, E-mail: ruban-d@mail.ru

Палеофитогеографические данные могут быть успешно использованы для верификации реконструкций положения литосферных плит в геологической истории. Показано, что из двух недавно предложенных альтернативных палеотектонических реконструкций лишь модель группы Д. Мюллера объясняет связи девонских флор Горного Алтая и Казахстана. Модель группы Ж. Штампфли оказывается менее подходящей. Утверждается, что обсуждение ранее предложенных идей на принципиально новой основе сохраняет актуальность в современных геологических исследованиях.

Ключевые слова: ископаемая флора, литосферные плиты, девонский период, Алтай, Казахстан.

Дата поступления 15.11.2016

Реконструкция глобальной фитогеографии девонского периода представляется сложной задачей, которая до настоящего времени не имеет окончательного решения. В классической работе С.В. Мейена [1] показано, что на указанном отрезке времени однозначное выделение отдельных фитохорий затрудняется небольшим количеством имеющихся в наличии данных, однако нельзя исключать и действительное отсутствие сильной пространственной дифференциации растительных сообществ. Вполне очевидно, что решение вышеотмеченной проблемы должно проистекать в т.ч. из анализа связей между флорами отдельных крупных регионов и при этом с учетом геологических данных о положении последних в пространстве.

В предшествующей работе авторов [2] обращалось внимание на изменение сходства флор юго-востока Горного Алтая и Казахстана в течение девонского периода, исходя из основных доступных на тот момент палеотектонических реконструкций, совершенствование которых в течение последних лет требует возвращения к данной проблематике. И это предопределяет актуальность настоящей работы, целью которой стало повторное истолкование связей девонских флор Горного Алтая и Казахстана с учетом изменившихся представлений о взаимном положении соответствующих тектонических блоков в палеопространстве.

Огромный прогресс в реконструкции положения литосферных плит и террейнов в древние геологические эпохи пришелся на вторую половину 1990-х –

начало 2000-х гг. Тогда появилось несколько альтернативных моделей, которые не только удовлетворительно объясняли последовательность тектонической эволюции планеты, но и проливали свет на многие ее существенные детали, позволяя понимать глобальную сущность региональных событий [3]. Затем последовала своего рода «пауза», в течение которой происходило, во-первых, переосмысление этих моделей, обсуждение их валидности, во-вторых, их уточнение в региональной части и, наконец, в-третьих, накопление новых фактических данных и аналитических возможностей. Новый «прорыв» пришелся на первую половину 2010-х гг. Наиболее ярким его результатом стало появление двух альтернативных моделей, одна из которых предложена группой проф. Ж. Штампфли из Университета Лозанны (Швейцария) [4], а вторая – проф. Д. Мюллера из Университета Сидней (Австралия) [5]. Помимо отличных исходных данных, методики построения и т.п. принципиальная разница между этими моделями заключается в следующем. Модель группы Ж. Штампфли призвана объяснить тектоническую эволюцию Пангеи и террейнов Тетического сектора планеты. Модель группы Д. Мюллера несколько уступает ей в детальности, однако описывает пространственную динамику литосферных плит на всей планете, включая Тихоокеанский сектор. Первая охватывает временной интервал с середины кембрия по триас включительно, а вторая – с начала девона по настоящее время.

Говоря о «прорыве» в тектонических исследованиях, случившемся с начала 2010-х гг., нельзя не отметить еще одного знакового события. Было опубликовано факсимильное издание классической работы В. Кеппена и А. Вегенера «Климаты геологического прошлого» (1924) на языке оригинала (немецком), сопровождаемое качественным переводом на английский [6]. Второй из указанных авторов известен как создатель теории континентального дрейфа – предшественника современной теории литосферных плит. Однако в со-

авторстве с не менее прославленным русско-немецким ученым-климатологом (при этом его близким родственником) он также написал работу, в которой глобальные климатические реконструкции, основанные на интерпретации огромного массива геологических и палеонтологических данных, «насаживались» на реконструкции тектонические, что при совпадении верифицировало одновременно и те, и другие. Вполне очевидно, что актуальность такого подхода не только не потеряла значения и в настоящее время, но и, наоборот, возросла по причине существенной трансформации наших знаний о тектонической эволюции Земли, подтверждение которых невозможно без учета прочей информации (в т.ч. палеофитогеографической).

Предшествующая работа авторов [2] основана на палеотектонических реконструкциях, которые появились во второй половине 1990-х – начале 2000-х гг. [3]. Сделанные в ней выводы сводятся к следующему. Во-первых, значительные связи между флорами юго-восточной части Горного Алтая и Казахстана существовали с раннего девона; они несколько ослабли к концу нижнего девона, но вновь усилились в живетском веке среднего девона. Во-вторых, ни одна из рассмотренных глобальных палеотектонических реконструкций (из числа появившихся до 2010 г.) не дает полноценного объяснения этим фактам. В-третьих, использование региональной модели [7] позволило предложить объяснение, согласно которому отмеченные изменения связей флор было связано с перемещением Алтай-Монгольского террейна в сторону Сибири и последующим закрытием океана между Казахстаном и Сибирью. Однако стоит попытаться истолковать сведения о связи флор в контексте новейших палеотектонических реконструкций, отличных от использованных в предшествующей работе [2].

Палеотектонические реконструкции группы Ж. Штампфли [4] не совсем подходят для обсуждения тектонической эволюции регионов, которые в настоя-

шее время формируют геологическую структуру Южной Сибири, т.к. Сибирский континент показан на них только начиная со второй половины девона. Казахские террейны фигурируют на них в необходимой мере. Судя по этим реконструкциям, сближение Казахстана и Сибири, достаточное для того, чтобы предполагать активный флористический обмен, имело место, как минимум, со второй половины среднего девона. Именно в это время происходит «прорыв» в регион Горного Алтая казахских видов растений [8]. И уже в ассоциации наземных растений франского века юго-восточной части Горного Алтая до 70 % и более родов известны и из Казахстана [2]. Однако данная модель не дает ключа к пониманию более ранних событий, происходивших в раннем и среднем девоне. Это время начальных этапов колонизации Сибирского континента растениями. Их первое появление в разрезах Горного Алтая и Салаира фиксируется в лоховском веке раннего девона, в то время как в Казахстане этот процесс начался значительно раньше, а именно в позднем силуре [9-10].

Несколько ранее группа Ж. Штампфли опубликовала работу, отражающую их взгляд на палеозойскую тектоническую эволюцию алтаид [11]. Она неплохо согласуется с ранее предложенным объяснением связи горно-алтайских и казахских флор принадлежности первых к Алтай-Монгольскому террейну [2]. Стоит заметить, что «косая» коллизия Казахстана и Сибири, затронувшая и данный террейн, началась уже в среднем девоне, что может объяснять сходство флор рассматриваемых регионов, хотя максимальным оно стало только в позднем девоне, когда Казахстан и Сибирь начали сливаться воедино (рис. 1). Еще более важным является тот факт, что Казахстан был оторван в силуре от окраины Гондваны и, судя по всему, еще не контактировал ни с Сибирским континентом, ни с Алтай-Монгольским террейном в раннем девоне [11]. Это никак не согласуется ни с ранее предложенным авторами объяснением, ни с установлением флористи-

ческих связей между Горным Алтаем и Казахстаном уже в раннем девоне [2]. По-видимому, наличие значительных водных пространств между Казахстаном и Сибирью было труднопреодолимым препятствием для распространения флор особенно в начальный этап колонизации континентов. Для преодоления этого географического барьера растениям должно было потребоваться значительное время. Лишь при возникновении устойчивых сухопутных связей регионов экспансия казахских флор в Сибирь становится практически мгновенной. Отметим также, что идея о контакте Казахстана с Гондваной и китайскими тектоническими блоками в силуре [11] не вполне согласуется с глобальной палеофитогеографической реконструкцией, выполненной ранее для второй половины этого периода [12].

Палеотектонические реконструкции группы Д. Мюллера [5] весьма хорошо описывают рассматриваемый сектор планеты. Согласно им, Казахстан располагался в непосредственной близости от Сибири на протяжении всего девонского периода (рис. 2). При этом даже если перемещение Алтай-Монгольского террейна имело место, то расстояния, отделявшие в таком случае юго-восточную часть Горного Алтая и Казахстан, вряд ли могли препятствовать флористическому обмену.



Рис. 1. Положение рассматриваемых в работе регионов согласно модели группы Ж. Штампфли (с упрощениями по [11]).



Рис. 2. Положение рассматриваемых в работе регионов согласно модели группы Д. Мюллера (с упрощениями по [5]).

Выходит, что данная модель, в целом, хорошо объясняет наличие в той или иной степени значительных связей между девонскими флорами соответствующих регионов, тогда как временное их ослабление (но не исчезновение!) вполне может быть интерпретировано в контексте региональных фациальных различий и наличия опять-таки региональных барьеров. Последнее тем более вероятно, что до начала каменноугольного периода существовали скорее протофитохории, чем настоящие фитохории [13]. В более ранних палеотектонических реконструкциях, рассмотренных в предшествующей работе авторов, показано отсутствие прямого контакта между Казахстаном и Сибирью в девонском периоде [1]. Таким образом, модель группы Д. Мюллера наилучшим образом объясняет связи горно-алтайских и казахстанских флор этого периода.

Как следует из всего вышесказанного, совершенствование палеотектонических реконструкций привело к их более-менее полному согласованию с палеоботаническими данными для отдельного сектора планеты. Однако нерешенными остаются, как минимум, три вопроса. Во-первых, заслуживает дальнейшего обсуждения модель группы Ж. Штампфли которая имеет прочное основание. Необходимо ее согласование с региональными палеоботаническими данными. Во-вторых, в статье Ю.В. Мосейчик

[13-14] показано, что положение Казахстана как самостоятельного микроконтинента до конца раннего карбона вполне согласуется с результатами палеофитогеографических реконструкций. Однако такое положение не подтверждается ни моделью группы Ж. Штампфли [4], ни моделью группы Д. Мюллера [5]. Все это опять-таки требует должного объяснения. В-третьих, говоря о палеофлористических связях регионов, обычно по умолчанию принимается, что первые появления флор приурочены к «южным» континентам и затем происходит их экспансия в более «северные» регионы планеты. В то же время в последнее время появилось достаточно много публикаций указывающих, что для ряда флор девона первое появление отмечено на континентах северной экспозиции. Так, в конце нижнего девона в Горном Алтае отмечено появление пропапоротников [15-17], которые в среднем девоне мигрировали в южном направлении. Таким образом, палеофлористические связи двух смежных в девоне континентов имели, скорее всего, двустороннюю направленность и это обстоятельство требует своего дальнейшего изучения и детализации.

Говоря более общо, представленные выше рассуждения убедительно свидетельствуют о том, что «прорыв» в тектонических реконструкциях вполне может привести к пересмотру ранее предложенных объяснений палеофитогеографических закономерностей. Постоянный возврат к одним и тем же идеям, но на принципиально обновленной основе, предполагающий согласование с последней гипотезой, является важным инструментом современных исследований. Это тем более актуально для работ, опубликованных более полувека назад. Они весьма информативны, но ряд представленных в них заключений не получили впоследствии должной проработки. Даже краткий анализ работы В. Кеппена и А. Вегенера [6] показывает, что в ней было высказано большое количество мыслей, которые стоит переосмыслить с учетом новых данных и новых интерпретаций.

Список литературы

1. Мейен С.В. Основы палеоботаники. – М.: Недра, 1987. – 403 с.
2. Gutak J.M., Antonova V.A., Ruban D.A. Diversity and richness of the Devonian terrestrial plants in the Southeastern Mountainous Altay (Southern Siberia): Regional versus global patterns // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2011. – V. 299. – P. 240-249.
3. Рубан Д.А. Обзор некоторых глобальных и региональных палеотектонических реконструкций, опубликованных в 2001-2004 гг. // *Геотектоника*. – 2006. – № 5. – С. 92-95.
4. Stampfli G.M., Hochard C., Verard C., Wilhem C., vom Raumer J. The formation of Pangea // *Tectonophysics*. – 2013. – V. 593. – P. 1-19.
5. Matthews K.J., Maloney K.T., Zahirovic S., Williams S.E., Seton M., Muller R.D. Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic // *Global and Planetary Change*. – 2016. – V. 146. – P. 226-250.
6. Koppen W., Wegener A. The Climates of the Geological Past. – Stuttgart: Borntraeger. – 657 p.
7. Buslov M.M., Watanabe T., Fujiwara Y., Iwata K., Smirnova L.V., Safonov I.Yu., Semakov N.N., Kiryanova A.P. Late Paleozoic faults of the Altai region, Central Asia: tectonic pattern and model of formation // *J. of Asian Earth Sciences*. – 2004. – V. 23. – P. 655-671.
8. Гутак Я.М., Антонова В.А., Перегоедов Л.Г., Тимкин В.И. Палеофлористические связи Казахстана и Горного Алтая в среднем девоне // *Изв. Бийского отд-я Русского географического общества*. – 2005. – Вып. 25. – С. 16-19.
9. Гутак Я.М., Антонова В.А., Толоконникова З.А. Алтае-Саянская область – Колонизация суши, первый этап // *Эволюция жизни на Земле: матер. IV Междунар. симп., 10-12 ноября 2010 г.* – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 463-465.
10. Гутак Я.М., Антонова В.А., Толоконникова З.А. Главные рубежи в колонизации древнего Сибирского континента // *Вест. СибГИУ*. – 2012. – Вып. 2. – С. 10-14.
11. Wilhem C., Windley B.F., Stampfli G.M. The Altaids of Central Asia: A tectonic and evolutionary innovative review // *Earth-Science Reviews*. – 2012. – V. 113. – P. 303-341.
12. Raymond A., Gensel P., Stein W.E. Phytogeography of Late Silurian macrofloras // *Review of Palaeobotany and Palynology*. – 2006. – Vol. 142. – P. 165-192.
13. Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольные фитохории Северной Евразии: структура, система, эволюция // *Lethaea rossica*. – 2010. – Т. 2. – С. 1-27.
14. Мосейчик Ю.В. Корни Ангарского царства // *Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica»*. – 2013. – Вып. 1. – С. 82-87.
15. Гутак Я.М., Антонова В.А. Возраст девонских вулканогенно-осадочных образований Горной Шории (Алтае-Саянская складчатая область) // *Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогения: матер. Третьей междунар. научн. конф.* – Новосибирск, 2016. – С. 66-67.
16. Коржнев В.Н. О смене псилофитовой флоры прапапоротниковой в эмсе в Горном Алтае // *Вест. Томского государственного университета*. – 2011. – № 353. – С. 205-212.
17. Коржнев В.Н. Палеогеография появления компонентов флоры протоптеридиевого типа // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2014. – № 4. – С. 1-14.

References

1. Meyen S.V. *Osnovy paleobotaniki*. – M.: Nedra, 1987. – 403 s.
2. Gutak J.M., Antonova V.A., Ruban D.A. Diversity and richness of the Devonian terrestrial plants in the Southeastern Mountainous Altay (Southern Siberia): Regional versus global patterns // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2011. – V. 299. – P. 240-249.
3. Ruban D.A. *Obzor nekotorykh globalnykh i regionalnykh paleotektonicheskikh rekonstruktsiy, opublikovannykh v 2001-2004 gg.* // *Geotektonika*. – 2006. – № 5. – S. 92-95.
4. Stampfli G.M., Hochard C., Verard C., Wilhem C., vom Raumer J. The formation of Pangea // *Tectonophysics*. – 2013. – V. 593. – P. 1-19.

5. Matthews K.J., Maloney K.T., Zahirovic S., Williams S.E., Seton M., Muller R.D. Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic // *Global and Planetary Change*. – 2016. – V. 146. – P. 226-250.
6. Koppen W., Wegener A. *The Climates of the Geological Past*. – Stuttgart: Borntraeger. – 657 p.
7. Buslov M.M., Watanabe T., Fujiwara Y., Iwata K., Smirnova L.V., Safonov I.Yu., Semakov N.N., Kiryanova A.P. Late Paleozoic faults of the Altai region, Central Asia: tectonic pattern and model of formation // *J. of Asian Earth Sciences*. – 2004. – V. 23. – P. 655-671.
8. Gutak Ya.M., Antonova V.A., Peregoyedov L.G., Timkin V.I. Paleofloristicheskiye svyazi Kazakhstana i Gornogo Altaya v srednem devone // *Izv. Byskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. – 2005. – Vyp. 25. – S. 16-19.
9. Gutak Ya.M., Antonova V.A., Tolokonnikova Z.A. Altaye-Sayanskaya oblast – Kolonizatsiya sushi, pervy etap // *Evolutsiya zhizni na Zemle: mater. IV Mezhdunar. simp., 10-12 noyabrya 2010 g.* – Tomsk: TML-Press, 2010. – S. 463-465.
10. Gutak Ya.M., Antonova V.A., Tolokonnikova Z.A. Glavnye rubezhi v kolonizatsii drevnego Sibirskogo kontinenta // *Vest. SibGIU*. – 2012. – Vyp. 2. – S. 10-14.
11. Wilhem C., Windley B.F., Stampfli G.M. The Altaids of Central Asia: A tectonic and evolutionary innovative review // *Earth-Science Reviews*. – 2012. – V. 113. – P. 303-341.
12. Raymond A., Gensel P., Stein W.E. Phytogeography of Late Silurian macrofloras // *Review of Palaeobotany and Palynology*. – 2006. – Vol. 142. – P. 165-192.
13. Moseychik Yu.V. Rannekamennougolnye fitokhorii Severnoy Yevrazii: struktura, sistema, evolyutsiya // *Lethaea rossica*. – 2010. – T. 2. – S. 1-27.
14. Moseychik Yu.V. Kornii Angarskogo tsarstva // *Paleobotanichesky vremennik. Prilozheniye k zhurnalu «Lethaea rossica»*. – 2013. – Vyp. 1. – S. 82-87.
15. Gutak Ya.M., Antonova V.A. Vozrast devonskikh vulkanogenno-osadochnykh obrazovany Gornoy Shorii (Altaye-Sayanskaya skladchataya oblast) // *Korrelyatsiya altaid i uralid: magmatizm, metamorfizm, stratigrafiya, geokhronologiya, geodinamika i metallogeniya: mater. Tretyey mezhdunar. nauchn. konf.* – Novosibirsk, 2016. – S. 66-67.
16. Korzhnev V.N. O smene psilofitovoy flory prapaporotnikovoy v emse v Gornom Altaye // *Vest. Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2011. – № 353. – S. 205-212.
17. Korzhnev V.N. Paleogeografiya poyavleniya komponentov flory protopteridiyevogo tipa // *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*. – 2014. – № 4. – S. 1-14.

LINKS OF THE DEVONIAN FLORAS OF THE MOUNTAINOUS

ALTAY AND KAZAKHSTAN IN THE LIGHT OF THE NEWEST

GLOBAL PALAEOTECTONICAL RECONSTRUCTIONS

Ja.M. Gutak¹, V.A. Antonova¹, D.A. Ruban²

¹*Siberian State Industrial University (Novokuznetsk), E-mail: gutakjaroslav@yandex.ru, antvalya@yandex.ru*

²*Southern Federal University (Rostov-on-Don), E-mail: ruban-d@mail.ru*

Palaeophytogeographical data can be employed successfully for verification of reconstructions of lithospheric plate position in the geological history. It is shown that from two recent alternative palaeotectonical reconstructions the only model proposed by the research team of D. Mueller explains the links of the Devonian floras of the Mountainous Altay and Kazakhstan. The model proposed by the research team of G. Stampfli is found less suitable. It is stated that discussion of earlier-suggested ideas on the fundamentally new basis retains its urgency in the modern geological research.

Key words: fossil flora, lithospheric plates, Devonian Period, Altay, Kazakhstan.

Received November 15, 2016

Раздел 4

ГИДРОЛОГИЯ. КЛИМАТ

Section 4

HYDROLOGY. CLIMATE

УДК 556.161

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ТАЯНИЯ СНЕГА ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОСТАНЦИИ «БАРНАУЛ-АГРО»

А.В. Кудишин

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: kudishin@iwerp.ru

Материал данной статьи содержит некоторые результаты по разработке вертикальной одномерной нестационарной подмодели тепломассопереноса в снеге, позволяющей рассчитывать снеготаяние, водоотдачу из снежного покрова и интенсивность инфильтрации талых вод. Проведена верификация модели по натурным данным метеостанции «Барнаул-Агро».

Ключевые слова: гидрология, гидравлика, математическое моделирование, речной сток, снежный покров.

Дата поступления 2.12.2016

Среди опасных гидрологических явлений наибольшую угрозу представляют наводнения, которые на реках Сибири могут быть вызваны весенне-летними половодьями, дождевыми паводками и образованием ледовых заторов и зажоров. Для большей части рек нашей страны питание осуществляется за счет талого стока, поэтому изучение и учет процессов накопления и стаивания снега имеет большое значение при разработке систем оперативного прогнозирования половодий и паводков. В данной статье представлены результаты по разработке вертикальной одномерной нестационарной модели тепломассопереноса в снеге, сопряженной с процессами тепло- и влагообмена в грунте. Модель позволяет рассчитывать снеготаяние, водоотдачу из снежного покрова и интенсивность инфильтрации талых вод.

Снег рассматривается как пористая среда, состоящая из двух фаз: воды и льда. Сублимацией и переносом тепла

паром в снежном покрове пренебрегается. Таяние снега возникает на границе снег-атмосфера, учитываются процессы фильтрации, накопления и замерзания воды в теле снежного покрова. Тепломассоперенос в снеге описывается системой уравнений [1]:

$$\rho_s \frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial q_s}{\partial y} = -\Psi_{л-с}, (1)$$

$$c_{с-эф} \frac{\partial T}{\partial t} + q_s \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{\partial D_{с-эф}}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial y} = L_t * \Psi_{л-с}, (2)$$

$$\rho_l \frac{\partial L}{\partial t} = \Psi_{л-с}, (3)$$

$$q_s / \rho_s = -K_c * \left(\frac{\partial \varphi_c}{\partial y} + 1 \right). (4)$$

Здесь y – вертикальная координата; t – время; T – температура; $\theta = \Delta V_s / \Delta V$ – влажность; $L = \Delta V_l / \Delta V$ – льдистость; ΔV – элементарный объем; ΔV_s – объем воды в ΔV ; ΔV_l – объем льда в ΔV ; по-

ристость снега $P_c = 1 - L$;
 $\theta + L + P_c = 1$; $q_{\theta(t,y)}$ – удельный вертикальный расход воды в снеге; $D_{c_{\theta\phi}}$ – коэффициент теплопроводности снега, $D_{c_{\theta\phi}} = a_c * L^2$, (a_c – эмпирический коэффициент); $c_{c_{\theta\phi}} = \rho_l * c_l * L + \rho_s * c_s * \theta$ – эффективная теплоемкость; L_t – удельная теплота образования льда; ϕ_c – капиллярно-сорбционный потенциал воды в снеге.

Гидравлическая проводимость снега K_c рассчитывается по формуле:

$$K_c = K_{co} * S^3.$$

Здесь относительная насыщенность снега $S = \frac{\theta - \theta_c}{P_c - \theta_c}$, θ_c – водоудерживающая способность снега, K_{co} – гидравлическая проводимость снега при полном насыщении водой. В соответствии с [1] принимается $\frac{\partial \phi_c}{\partial y} \ll 1$.

Система (1)–(4) после соответствующей модификации решалась численными методами [2] в подвижной системе координат (ε , t)

$y = H_s(t) * \varepsilon$, $\varepsilon \in [0,1]$, $H_s(t)$ – толщина снега, зависящая от времени. На границе «грунт-снег» ставилось условие $T(t, 0) = T_0 = 0$. На поверхности снега задавался поток тепла и условие Стефана (при таянии льда). Поток тепла включает в себя радиационные и конвективные составляющие [1] и рассчитывался по имеющимся суточным метеоданным (осадки, ветер, температура воздуха, давление, влажность воздуха, облачность). Заметим, что удельный талый сток $q_s(t)$ на водосборе определяется из уравнения (4) $q_s(t) = q_{\theta(t,y=0)}$.

По модели проведены расчеты весеннего стаивания снега для условий метеостанции «Барнаул-Агро». Рассматривались условия для ряда лет, с 1988 по 1994 гг. и для 2014 г. В качестве начальных условий брались толщина и плотность снега на начало его таяния. Распределение температуры в снеге быстро (несколько часов) устанавливалась в соответствии с метеоусловиями. Характерный вид хода рассчитанной толщины снега в сопоставлении с данными наблюдений представлен на рисунке 1.

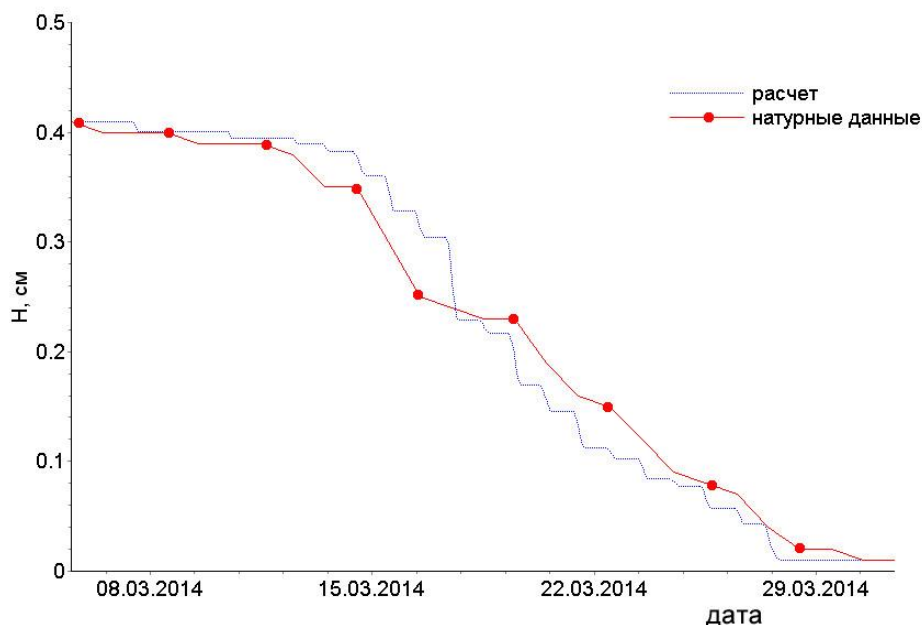


Рис. 1. Результаты расчета весеннего стаивания снега. Метеостанция «Барнаул-Агро», 2014 г.

Результаты расчетов в целом показывают работоспособность рассматриваемой модели тепломассопереноса в снеге и возможность ее использования для решения задач формирования стока. Следует отметить высокую чувстви-

тельность модели к величине теплового потока. Большую роль играет коротковолновая радиация, которая определяется в значительной степени облачностью, альбедо поверхности снега и долей поглощения радиации растительностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках проекта СО РАН VIII.76.1.1 «Исследование процессов формирования стока и разработка информационно-моделирующих систем оперативного прогнозирования опасных гидрологических ситуаций для крупных речных систем Сибири».

Список литературы

1. Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока. – М.: Наука, 1983. – С. 215.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – С. 432.

References

1. Kuchment L.S., Demidov V.N., Motovilov Yu.G. Formirovaniye rechnogo stoka. – M.: Nauka, 1983. – S. 215.
2. Kalitkin N.N. Chislennyye metody. – M.: Nauka, 1978. – S. 432.

SNOWMELT MODEL VERIFICATION BASED ON DATA FROM WEATHER STATION «BARNaul-AGRO»

A.V. Kudishin

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: kudishin@iwep.ru

The paper presents some outcomes of the development of a 1D vertical nonstationary submodel of heat and mass transfer in the snow for the calculation of snowmelt, water yield of snow cover and intensity of meltwater infiltration. The model verification was performed due to observation data from a weather station Barnaul-Agro.

Key words: hydrology, hydraulics, mathematical modelling, river runoff, snow cover.

Received December 2, 2016

Раздел 5

ЭКОЛОГИЯ. ФЛОРА. ФАУНА

Section 5

ECOLOGY. FLORA. FAUNA

УДК: 504.06: 550.42

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ И БАЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ
ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ
НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

С.Н. Балыкин¹, И.В. Горбачев¹, А.Н. Савеленок²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: balykins@rambler.ru

²Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, Москва, E-mail
himik30004@gmail.com

Выполнен анализ и дана оценка характера и степени воздействия комплекса технических средств и баз эксплуатации районов падения на такие компоненты окружающей природной среды, как снежный покров, растительность, верхние горизонты почв, поверхностные воды. Изучено влияние комплекса на их физико-химические свойства и химический состав.

Ключевые слова: окружающая среда, комплекс технических средств, оценка воздействия, нефтепродукты, макро-ионы, элементный химический состав.

Дата поступления 17.11.2016

Монтаж и эксплуатация комплекса технических средств и баз эксплуатации районов падения (КТС ЭРП) является специфическим видом антропогенной деятельности, который может оказать влияние на окружающую природную среду посредством механических, химических, акустических и других факторов воздействия. При этом возможны изменения в компонентах природной среды, связанные с деградацией почвенно-растительного покрова, ухудшением их санитарного состояния [1-3]. При воздействии на почвы наиболее серьезной трансформации подвергаются их водно-физические свойства. В результате уменьшения водопроницаемости интенсивность поверхностного водного стока возрастает в 3-4 и более раз, что приводит к проявлению эрозионных процессов

и к снижению количества влаги, поступающей в почву с атмосферными осадками [4-7]. Переорганизация твердой фазы почвенных горизонтов приводит к изменению структуры порового пространства. В первую очередь происходит резкое снижение общей порозности [8]. В переуплотненных почвах создаются условия, близкие к анаэробным, поэтому их биологическая активность заметно снижается. Угнетение почвенных микроорганизмов приводит к обеднению органического комплекса почвы, необходимого для процессов жизнедеятельности растений [9]. Изменение морфологических и водно-физических свойств верхнего почвенного слоя в сторону ухудшения способствует гибели травянистой растительности, подроста, подлеска. Под влиянием нагрузок изменя-

ются не только количественные значения тех или иных свойств почвы, но и увеличивается их пространственная неоднородность, которая в большей степени проявляется в отношении таких физических показателей, как плотность и твердость [5, 7, 10].

Транспортные средства оказывают преимущественно механическое воздействие на почвенный покров, а также являются источником химического загрязнения компонентов окружающей среды. В состав отработанных газов автомобилей входит около 200 загрязняющих веществ, среди которых и целый ряд тяжелых металлов. В выхлопных газах двигателей, работающих на бензине, содержится свинец, ванадий и кобальт, на дизельном топливе – ванадий, медь, никель, хром [11] и кадмий [12-13].

Основным источником загрязнения территорий размещения баз ЭРП и КТС могут выступать отходы, продуцируемые в процессе их эксплуатации. Последние представлены, в основном, бытовым мусором и пищевыми отходами, которые, кроме замусоривания территорий, могут способствовать развитию болезнетворных бактерий и паразитов.

Размещение и эксплуатация КТС ЭРП может оказать влияние на все природные компоненты, в том числе и на животный мир. В первую очередь это воздействие может проявиться в сокращении мест обитания животных и в факторе беспокойства. Так шумовое воздействие, в том числе транспортных средств, приводит к миграции животных из привычных местообитаний, к сокращению гнездования многих птиц. Оставленные отходы могут вызвать изменения в поведении животных, привлеченных источниками питания [14].

Объектами исследований являются снежный покров, почвы, растения и природные воды на площадках размещения КТС ЭРП и прилегающих территориях. Площадка № 1 располагалась в Змеиногорском районе Алтайского края в 10 км от города Змеиногорска

(рис. 1а). Площадка № 2 – в Московской области, на территории полигона НИИ «Геодезия», в 16 км от города Красноармейск (рис. 1б).

В основу исследований положен сравнительно-географический метод. Показатели свойств поверхностных и талых снеговых вод определены по методикам: рН – ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97, нитрит-ион – РД52.24.381-2006, нитрат-ион – ПНД Ф 14.1:2:4.4-95, ион аммония – 14.1:2:4.4.262-10, фосфат-ионы по ГОСТ 10671.6-74, нефтепродукты – ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Свойства почв – по нормативам: показатель рН – ГОСТ 26423-85, органический углерод – ГОСТ 23740-79, емкость катионного обмена (ЕКО) – ГОСТ 17.4.4.01-84, нитрит-ион – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.51-08, нитрат-ион – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.67-10, общий азот – ГОСТ 26107-84, подвижные формы фосфора по методу Чирикова – ГОСТ 26204-84. Валовый элементный химический состав выполнен в ИПА СО РАН рентгенофлуоресцентным методом.

Для оценки поступления загрязняющих веществ в атмосферу от дизельных генераторов, отопителей и другой техники на территории расположения КТС ЭРП и на различном от нее удалении выполнен отбор проб поверхностного слоя (0-5 см) снежного покрова на площадке № 1 и на прилегающих территориях (рис. 1а).

Результатами исследований не выявлено существенных различий в содержании основных макро-ионов и нефтепродуктов в талых снеговых водах точек, как прилегающих к площадке размещения КТС ЭРП (точки 1, 5-11), так и удаленных от нее на различное расстояние (точки 2-3, 12).

По химическому составу заметно выделяются талые снеговые воды в точке № 4, расположенной в непосредственной близости от дизельного генератора и находящейся в зоне влияния на снежный покров выхлопных газов. Площадь этого прямого воздействия ограничена площадью около 5 м².

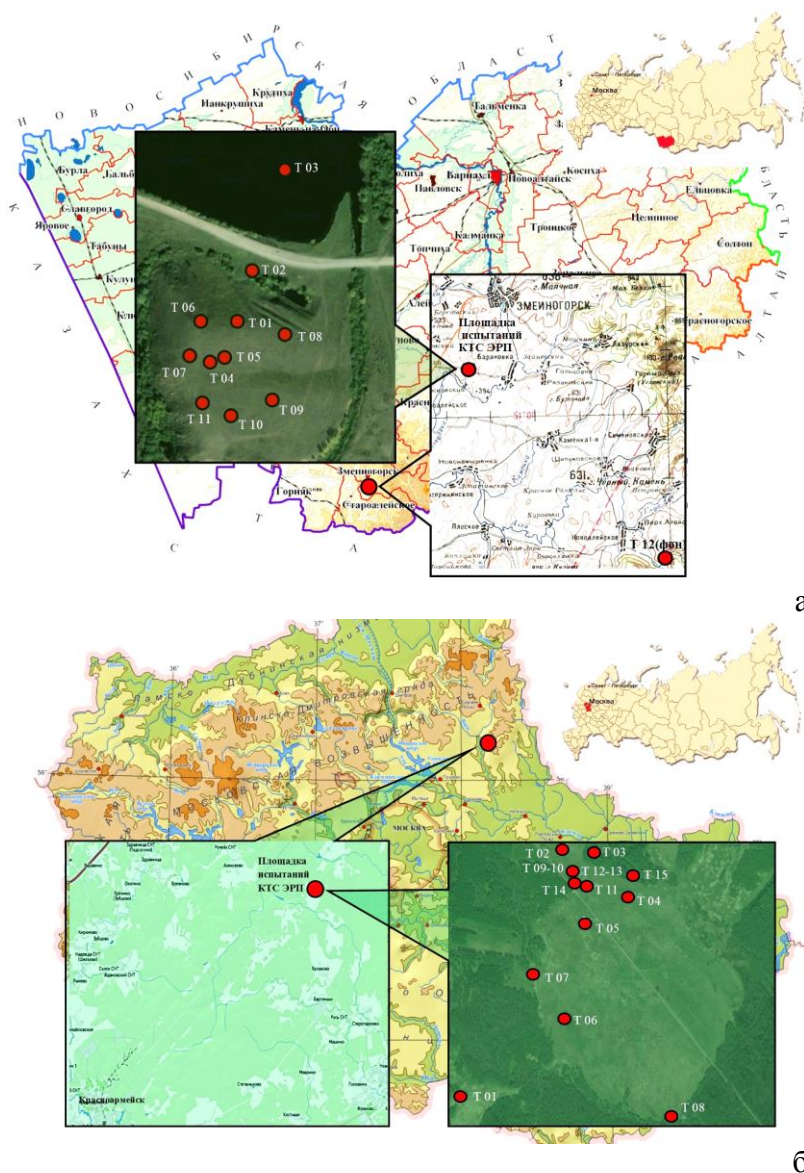


Рис. Карта-схема расположения точек на площадках размещения КТС ЭРП:
 а – Алтайский край (площадка № 1); б – Московская область (площадка № 2).

Талые снеговые воды этого участка характеризуются кислой реакцией среды, повышенным содержанием большинства макро-ионов и нефтепродуктов (табл. 1-2). Такие концентрации NO_3^- , NH_4^+ в снежном покрове отмечаются в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию [15].

Накопление загрязняющих веществ в снеге может быть связано не только с выпадением загрязненного снега, но и с оседанием на поверхность снежного покрова инея в периоды между снегопадами [16]. Образование его возможно

при низких температурах и относительной влажности воздуха менее 80 % [17-18]. Участвуя в формировании снежного покрова, иней обеспечивает накопление в нем техногенных эмиссий, захваченных в процессе адсорбции, что возможно, обеспечивает устойчивое загрязнение снежного покрова [19].

Несмотря на то, что уровень содержания соединений азота и нефтепродуктов превышает гигиенические нормативы [20-21], загрязнение это имеет локальный характер (ограниченный площадью порядка 5 м^2) и не окажет серь-

езного негативного воздействия на функционирование природных наземных и водных экосистем исследуемой территории. На месте размещения КТС ЭРП в НИИ «Геодезия» и на прилегаю-

щих территориях выполнен отбор проб, исследованы морфологические и физико-химические свойства поверхностных горизонтов почв (табл. 3).

Таблица 1

Ионный состав талых снеговых вод площадки № 1, мг/дм³

Шифр пробы	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻
T 01	<10	12,2	<10	<10	4,0	2,4	<1,0	22,00	<0,033	0,41	<0,002
T 02	<10	12,2	<10	<10	2,0	1,2	2,6	22,57	<0,033	0,42	<0,002
T 03	<10	12,2	<10	<10	4,0	2,4	<1,0	5,80	0,034	0,53	0,15
T 04	<10	<10	<10	<10	40,0	7,2	<1,0	76,73	0,371	8,13	0,85
T 06	<10	18,3	<10	<10	2,0	1,2	3,5	1,14	<0,033	0,31	0,02
T 07	<10	12,2	<10	<10	2,0	1,2	2,6	2,28	<0,033	0,40	0,06
T 08	<10	12,2	<10	<10	2,0	1,2	2,6	1,64	<0,033	0,57	0,05
T 09	<10	12,2	<10	<10	<1,0	<1,0	4,2	0,74	<0,033	0,62	<0,002
T 10	<10	<10	<10	<10	<1,0	<1,0	3,3	1,01	<0,033	0,46	<0,002
T 11	<10	<10	<10	<10	<1,0	<1,0	4,1	1,01	<0,033	0,40	<0,002
T 12 (фон)	<10	<10	<10	<10	<1	<1	2,5	0,57	<0,033	<0,05	<0,002
T 12 (фон)	<10	<10	<10	<10	<1	1,2	<1,0	1,17	<0,033	<0,05	<0,002
T 12 (фон)	<10	<10	<10	<10	2,0	1,2	<1,0	2,38	<0,033	0,53	<0,002

Таблица 2

Свойства и уровень содержания нефтепродуктов в талых снеговых водах площадки № 1

Шифр пробы	pH	Eh, мВ	Минерализация, мг/дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³
T 01	6,4	155	25,8	0,04±0,02
T 02	5,6	177	27,5	0,04±0,02
T 03	4,7	211	26,6	0,04±0,01
T 04	3,3	367	68,9	17,00±4,00
T 06	5,0	339	32,9	0,03±0,01
T 07	5,4	321	26,6	0,03±0,01
T 08	5,7	322	26,6	0,04±0,01
T 09	5,9	322	22,9	0,03±0,01
T 10	6,3	318	16,6	0,03±0,01
T 11	6,0	317	20,8	0,03±0,01
T 12 (фон)	4,7	290	8,0	0,04±0,01
T 12 (фон)	4,6	307	10,4	0,03±0,01
T 12 (фон)	4,7	311	15,2	0,03±0,01

Таблица 3

Свойства и химический состав почв Красноармейского полигона, площадка № 2

Номер точки	Глубина	pH	Гумус, %	C, %	N, %	ЕКО, мг-экв/100 г	NO ₃ , мг/кг	NO ₂ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	Нефтепродукты, мг/г
1 (фон)	0-5	5,1	4,0	2,3	0,67	19,2	140,0	1,4	11,3	0,006±0,002
2	0-5	4,9	3,1	1,8	0,23	20,8	127,6	1,9	<10	0,006±0,002
3	0-5	5,5	3,7	2,2	0,36	19,2	20,5	0,6	12,5	0,007±0,002
4	0-5	5,2	4,2	2,4	0,39	19,2	376,6	3,0	14,7	0,005±0,002
5	0-5	5,2	3,0	1,7	0,22	14,4	78,3	0,7	13,8	0,006±0,002
6	0-5	5,1	2,2	1,3	0,15	14,4	90,2	0,7	13,6	0,006±0,002
7	0-5	5,2	3,8	2,2	0,34	17,6	69,9	1,0	11,1	0,007±0,002
9	0-5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,006±0,002
10	0-5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,023±0,008
11	0-5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,022±0,008
15	0-5	5,9	4,6	2,7	0,28	22,4	35,9	0,6	13,0	0,008±0,003

Верхний слой почв отличается слабодокислой реакцией почвенного раствора, низким содержанием гумуса и емкостью катионного обмена, не характерной для суглинистых разновидностей (табл. 3). Повышенное содержание нитратов и нитритов в точке № 4 обусловлено обилием в составе фитоценоза данного участка бобовых культур (люпина), способствующих обогащению почв азотом за счет их симбиоза с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями [22].

ПДК нефтепродуктов в почвах в России официально не установлена. Для оценки загрязненности почвы принята классификация показателей уровня загрязнения [23] по концентрации нефтепродуктов в почве: <1 мг/г – допустимый уровень загрязнения, 1-2 – низкий уровень загрязнения, 2-3 – средний уровень загрязнения, 3-5 – высокий уровень загрязнения, >5 мг/г – очень высокий уровень загрязнения.

С другой стороны, согласно схеме экологического нормирования почв юга России нефтью и нефтепродуктами по степени нарушения экофункций, разработанной в Южном федеральном университете [24], серые лесные почвы (наиболее близкие к почвам исследуемого нами района) с уровнем содержания нефтепродуктов < 0,15 % (1,5 мг/г) отнесены к незагрязненным.

Таким образом, можно утверждать, что эксплуатация КТС ЭРП не оказывает значимого влияния на уровень концентраций нефтепродуктов в почвенном покрове даже в случаях проливов (табл. 3, точки № 10-11) некоторого количества дизельного топлива при заправке генераторов.

Существенному изменению подверглись физические свойства почв. Так, более чем на 40 % увеличилась плотность сложения поверхностного слоя почв на месте наиболее посещаемого участка КТС ЭРП – кухонного блока (табл. 4, точка № 13). Согласно методике определения размеров ущерба [25] степень деградации почв на этом участке

наибольшая. В меньшей степени пострадали участки от периодического проезда автотранспорта (табл. 4, точка № 12) и размещения жилых и технических модулей (табл. 4, точка № 14).

Варьирование уровней содержания химических элементов в исследованных почвах (табл. 5) обусловлено, прежде всего, неоднородностью почвенного покрова полигона по гранулометрическому составу, свойствам поверхностных слоев почв и не связано с эксплуатацией КТС ЭРП.

За время испытаний химический состав и свойства реки Киленка (рис. 1б, точка № 8), дренирующей территорию расположения КТС ЭРП в пределах НИИ «Геодезия», не претерпели ни каких изменений (табл. 6) и соотносятся со значениями качественных показателей, характерных для вод рек Московской области [26].

В процессе эксплуатации КТС ЭРП сохраняется опасность возникновения пожаров. В зависимости от их интенсивности растительный покров на прилегающих территориях или уничтожается полностью, или значительно повреждается. Зона повреждения растительности увеличивается за счет загрязнения прилегающих территорий осевшими аэрозольными частицами вредных веществ (продуктов сгорания). Особенно велика эта опасность во время вегетационного периода. Загрязнение атмосферы, обусловленное функционированием КТС ЭРП, может привести к угнетению растительных сообществ на прилегающей территории, вызвать временную задержку роста и развития растений, снижение продуктивности, появление морфофизиологических отклонений, накопление загрязняющих веществ и дальнейшую передачу их по трофическим цепям. Это влияние будет иметь локальное проявление, зависящее от господствующего направления ветров и степени устойчивости растительных сообществ к данному фактору.

Степень воздействия КТС ЭРП на растительный покров и его компоненты можно оценить как: высокую, в пределах размещения комплекса, среднюю –

на отдельных прилегающих участках (главным образом, эрозийноопасных), низкую и незначительную (на всей при-

легающей территории при условии выполнения комплекса необходимых природоохранных мероприятий).

Таблица 4

Изменения плотности сложения почв площадки № 2

Номер точки	Объем пробы, см ³	Вес воздушно-сухой пробы, г	Объемный вес пробы, г/см ³	Увеличение плотности от исходного, %
2 (фон)	495	495	1,00	0
12	480	645	1,34	34
13	540	760	1,41	41
14	486	640	1,32	32

Таблица 5

Элементный химический состав поверхностных (0-5 см) горизонтов почв, площадка № 2, мг/кг

Элемент	Номер точки							
	1 (фон)	2	3	4	5	6	7	15
K, %	1,28	1,52	1,80	1,30	2,08	1,50	1,46	1,98
Ca, %	4,04	0,73	0,66	0,50	0,60	0,51	0,50	0,78
Ti, %	0,30	0,43	0,52	0,37	0,51	0,44	0,39	0,48
V	56,00	106,00	90,00	36,30	66,00	52,20	60,00	71,00
Cr	90,00	102,00	115,00	172,00	100,00	87,00	96,00	147,00
Mn, %	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,09
Fe, %	2,09	2,53	2,01	2,08	2,15	1,93	2,19	2,23
Ni	32,20	36,80	27,40	5,94	19,00	23,50	34,00	32,90
Cu	18,30	22,00	13,40	10,90	6,63	13,00	17,70	20,90
Zn	71,00	60,00	59,00	46,30	45,50	46,40	64,00	63,00
Ga	7,43	9,50	7,66	6,33	6,40	7,27	9,07	11,10
Ge	1,23	1,18	–	–	–	–	1,19	1,08
Se	–	–	–	–	–	0,54	–	–
Br	15,20	4,84	1,79	1,86	1,03	2,54	6,17	3,62
Rb	89,00	105,00	84,00	89,00	93,00	92,00	95,00	92,00
Sr	183,00	143,00	144,00	136,00	156,00	146,00	139,00	149,00
Y	25,30	25,60	25,80	23,50	26,20	30,30	23,80	27,60
Zr	522,00	526,00	524,00	478,00	680,00	567,00	429,00	493,00
Nb	16,50	17,40	18,10	15,00	16,50	17,00	14,30	16,90
Mo	2,99	1,28	4,28	1,21	1,62	2,15	0,90	3,26
Ag	0,56	0,46	0,58	0,41	0,50	0,23	–	0,61
Cd	0,79	0,46	0,25	0,53	–	–	0,59	1,67
Sn	2,18	2,62	2,41	2,59	0,68	2,98	3,58	1,86
Sb	–	–	–	–	–	–	–	0,50
As	4,90	7,20	3,00	3,90	8,80	2,60	4,50	4,50
Pb	21,00	21,50	18,20	16,50	22,40	18,60	21,60	26,20
Th	9,00	11,40	9,70	7,20	11,20	9,10	10,30	9,70
U	6,40	5,50	–	2,00	5,50	4,50	4,90	5,20

Таблица 6
Свойства и ионный состав вод реки Килленка (точка № 8), площадка № 2

Показатель	Значение показателя
CO_3^{2-} , мг/дм ³	18
HCO_3^- , мг/дм ³	244
Cl^- , мг/дм ³	<10
SO_4^{2-} , мг/дм ³	<10
Ca^{2+} , мг/дм ³	480
Mg^{2+} , мг/дм ³	24
Na^+ , мг/дм ³	5,1
NO_3^- , мг/дм ³	3,96
NO_2^- , мг/дм ³	<0,033
NH_4^+ , мг/дм ³	1,32
PO_4^{3-} , мг/дм ³	0,06
Минерализация, мг/дм ³	331,9
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,005±0,002
pH	7,6
Eh, мВ	311

Таким, при соблюдении правил пожарной безопасности и реализации мероприятий по минимизации загрязнения атмосферного воздуха воздействие на растительный покров в районе расположения КТС ЭРП не несет необратимых и безвозвратных последствий и будет ограничено площадью занимаемой комплексом.

Размещение и эксплуатация КТС ЭРП окажет определенное влияние на животный мир, выражающееся в следующих факторах воздействия: фактор беспокойства (шумовое воздействие), изменение и нарушение местообитания. Шумовые факторы воздействия на обитателей природных сообществ являются временными. Их действие ограничивается продолжительностью работ по сопровождению запусков РН.

Все животные и птицы достаточно быстро адаптируются к этим факторам. Крупные животные избегают нарушенных и часто посещаемых людьми территорий. В результате произойдет естественная миграция животных и птиц на более спокойные участки. Миграционные пути животных не нарушаются.

Прямая гибель животных исключается. Более значительно пострадают сообщества беспозвоночных животных, которые будут разрушены со снятием почвенного слоя. Несмотря на шум от генераторов, автотранспорта и присутствие человека в районе размещения КТС ЭРП замечено регулярное присутствие различных животных, таких как кабаны, лисы и сурки.

Наблюдения, выполненные за весь период испытаний КТС ЭРП, позволяют утверждать, что норма накопления ТБО для КТС ЭРП не превышает 0,3 кг на одного человека в сутки. При этом выполнение мероприятий, обеспечивающих сбор и своевременный вывоз отходов, позволило исключить негативное влияние этого фактора на все компоненты окружающей природной среды.

Выводы

По результатам оценки наиболее значимыми локальными факторами воздействия КТС и баз ЭРП на окружающую среду будут:

- уничтожение лесной растительности, уничтожение мест обитания некоторых видов животного мира непосредственно на земельных участках под размещение объектов КТС ЭРП;
- нарушение водосборной площади водных объектов;
- уплотнение почвенного покрова;
- загрязнение почв ГСМ.

С учетом непродолжительности функционирования КТС ЭРП (на время работ по сопровождению запуска РН) воздействие на атмосферный воздух будет также локальным и незначительным.

Степень воздействия КТС ЭРП на растительный покров и его компоненты можно оценить как высокую (в пределах полосы размещения КТС ЭРП) и среднюю (на отдельных прилегающих участках).

При соблюдении правил пожарной безопасности, реализации мероприятий по минимизации загрязнения атмосферного воздуха, влияние на растительный покров в районе размещения КТС ЭРП

не несет необратимых последствий, оно будет ограничено площадью размещения комплекса.

Воздействие на фауну будет временным и ограничится периодом работ по сопровождению запусков РН. Пути

миграции животных не нарушатся, их прямая гибель исключается.

В целом, воздействие на компоненты окружающей природной среды КТС ЭРП при условии реализации специальных природоохранных мероприятий является допустимым.

Список литературы

1. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
2. Карпионов Р.А. Дубравы лесопарковой зоны г. Москвы. – М.: Наука, 1967. – 103 с.
3. Cole David N. Wilderness Campsite Monitoring Methods: A Sourcebook. – April 1989 [Электронный ресурс]. – URL: <http://leopold.wilderness.net/pubs/179.pdf>.
4. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Научно-географические основы планирования и организации территорий массового стационарного туризма (по исследованиям на Пестовском водохранилище) // Вопросы географии. – 1973. – Вып. 93. География и туризм. – С. 81-89.
5. Соколов Л.А. Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосковья: автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1983. – 27 с.
6. Щербина В.Г., Битюков Н.А., Жиглова С.В. Водопроницаемости почвы при рекреационном уплотнении // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – № 06(22) [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/06/pdf/10.pdf>.
7. Eckenrod Brian J. Recreation impacts on high elevation soils: a comparison of disturbed, undisturbed and restored sites // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science In Land Rehabilitation. – Bozeman, Montana, 2006 [Электронный ресурс]. – URL: www.cfc.umt.edu/.
8. Леневиц О.И., Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Копыльцова С.Е. Оценка рекреационной нагрузки на почвенный покров и пути снижения дигрессии лесных экосистем национального природного парка «Сколевские Бескиды», Украинские Карпаты. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2014 – № 3. – С. 279-287.
9. Егоров А.Г. Изменение твердости почв прибрежных территорий среднего течения реки Томи в условиях рекреационного воздействия // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 2. – С. 9-14.
10. Куйбышев С.В. Изменение биохимических свойств почвы под влиянием рекреационных нагрузок в условиях лесопаркового пояса Подмосковья: автореф. дис. канд. с.-х. наук. – М., 1987. – 24 с.
11. Воробьев А.Е., Сарбаев В.И., Дьяченко В.В., Шилкова О.С. Транспортные магистрали как источник загрязнения окружающей среды. – М: МГИУ, 2000 – 52 с.
12. Большаков В.А., Краснова Н.М., Борисочкина Т.И., Сорокин С.Е., Граковский В.Г. Агротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. – М., 1993. – 90 с.
13. Кадмий: Экологические аспекты. – Женева: ВОЗ, 1994. – 160 с.
14. Marzano M., Dandy N. Recreational use of forests and disturbance of wildlife – a literature review // Forestry Commission Research Report. Forestry Commission. – Edinburgh, 2012 [Электронный ресурс]. – URL: www.forestry.gov.uk.
15. Гришина, Е.П. Основы химии окружающей среды: учеб. Ч. 1. Химические процессы в атмосфере. – Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2006 – 68 с.

16. Рихтер Г.Д. Снежный покров, его формирование и свойства. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – 120 с.
17. Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – 179 с.
18. Хромов С.П. Метеорология и климатология: учеб. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 491 с.
19. Тентюков М.П. Особенности формирования загрязнения снежного покрова: Морозное конденсирование техногенных эмиссий (на примере районов нефтедобычи в болотоземельской тундре) // Криосфера Земли. – 2007. – Т. XI. – № 4. – С. 31-41.
20. МУК 4.1.1013-01 Определение массовой концентрации нефтепродуктов в воде.
21. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
22. Агрономическая микробиология. – Л.: Колос, 1976. – 231 с.
23. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.).
24. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Разработка региональных экологических нормативов содержания загрязняющих веществ в почвах юга России. // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №82 (08). – С. 1-17 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/73.pdf>.
25. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель, письмо от 29 июля 1994 г., № 3-14-2/1139.
26. Вагнер Б.Б., Клевкова И.В. Реки Московского региона. – М.: Изд-во Моск. гор. пед. ун-та, 2003. – 215 с.

References

1. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. Rekreatsionnye lesa. – M., 1977. – 96 s.
2. Karpisonova R.A. Dubravy lesoparkovoy zony g. Moskvy. – M., 1967. – 103 s.
3. Cole David N. Wilderness Campsite Monitoring Methods: A Sourcebook. – April 1989 [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://leopold.wilderness.net/pubs/179.pdf>.
4. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. Nauchno-geograficheskiye osnovy planirovaniya i organizatsii territorii massovogo statsionarnogo turizma (po issledovaniyam na Pestovskom vodokhranilishche) // Voprosy geografii. – 1973. – Vyp. 93. Geografiya i turizm. – S. 81-89.
5. Sokolov L.A. Izmeneniye fizicheskikh svoystv pochv i rosta nasazhdeny pod vliyaniyem rekreatsionnykh nagruzok v parkakh i lesoparkakh Podmoskovya: avtoref. dis... kand. biol. nauk. – M., 1983. – 27 s.
6. Shcherbina V.G., Bityukov N.A., Zhiglova S.V. Vodopronitsayemosti pochvy pri rekreatsionnom uplotnenii // Nauchny zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – № 06(22) [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/06/pdf/10.pdf>.
7. Eckenrod Brian J. Recreation impacts on high elevation soils: a comparison of disturbed, undisturbed and restored sites // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science In Land Rehabilitation. – Bozeman, Montana, 2006 [Elektronnyy resurs]. – URL: [www.cfc.umt.edu /](http://www.cfc.umt.edu/).
8. Lenevich O.I., Shestakova Ye.S., Rudyk A.N., Kopyltsova S.E. Otsenka rekreatsionnoy nagruzki na pochvennyy pokrov i puti snizheniya digressii lesnykh ekosistem natsionalnogo prirodnogo parka «Ckolevskiye Beskidy», Ukrainskiye Karpaty. // Nauchny zhurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologichesky menedzhment». – 2014 – № 3. – S. 279-287.
9. Egorov A.G. Izmeneniye tverdosti pochv pribrezhnykh territoriy srednego techeniya reki Tomi v usloviyakh rekreatsionnogo vozdeystviya // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2010. – № 2. – S. 9-14.
10. Kuybyshev S.V. Izmeneniye biokhimicheskikh svoystv pochvy pod vliyaniyem rekreatsionnykh nagruzok v usloviyakh lesoparkovogo poyasa Podmoskovya: avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk. – M., 1987. – 24 s.

11. Vorobyev A.E., Sarbayev V.I., Dyachenko V.V., Shilkova O.S. Transportnye magistrali kak istochnik zagryazneniya okruzhayushchey sredy. – M: MGIU, 2000 – 52 s.
12. Bolshakov V.A., Krasnova N.M., Borisochkina T.I., Sorokin S.E., Grakovsky V.G. Agrotekhnogennoye zagryazneniye pochvennogo pokrova tyazhelyimi metallami: istochniki, masshtaby, rekultivatsiya. – M., 1993. – 90 s.
13. Kadmy: Ekologicheskiye aspekty. – Zheneva: VOZ, 1994. – 160 s.
14. Marzano M., Dandy N. Recreational use of forests and disturbance of wildlife – a literature review // Forestry Commission Research Report. Forestry Commission. – Edinburgh, 2012 [Elektronnyy resurs]. – URL: www.forestry.gov.uk.
15. Grishina, Ye.P. Osnovy khimii okruzhayushchey sredy: ucheb. Ch. 1. Khimicheskiye protsessy v atmosfere. – Vladimir, 2006 – 68 s.
16. Rikhter G.D. Snezhnyy pokrov, ego formirovaniye i svoystva. – M., 1945. – 120 s.
17. Kuzmin P.P. Fizicheskiye svoystva snezhnogo pokrova. – L., 1957. – 179 s.
18. Khromov S.P. Meteorologiya i klimatologiya: ucheb. – L., 1968. – 491 s.
19. Tentyukov M.P. Osobennosti formirovaniya zagryazneniya snezhnogo pokrova: Moroznoye kondensirovaniye tekhnogennykh emissy (na primere rayonov neftedobychi v bolshezemelskoy tundre) // Kriosfera Zemli. – 2007. – T. XI. – № 4. – S. 31-41.
20. MUK 4.1.1013-01 Opredeleniye massovoy kontsentratsii nefteproduktov v vode.
21. GN 2.1.5.1315-03. Predelno-dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'yektov khozyaystvenno-pityevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya.
22. Agronomicheskaya mikrobiologiya. – L.: Kolos, 1976. – 231 s.
23. Poryadok opredeleniya razmerov ushcherba ot zagryazneniya zemel khimicheskimi veshchestvami (utv. Roskomzemom 10 noyabrya 1993 i Minprirody RF 18 noyabrya 1993).
24. Kolesnikov S.I., Kazeyev K.Sh., Denisova T.V., Dadenko Ye.V. Razrabotka regionalnykh ekologicheskikh normativov soderzhaniya zagryaznyayushchikh veshchestv v pochvakh yuga Rossii. // Nauchnyy zhurnal KubGAU. – 2012. – № 82(08). – S. 1-17 [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/73.pdf>.
25. Metodika opredeleniya razmerov ushcherba ot degradatsii pochv i zemel, pismo ot 29 iyulya 1994 g., № 3-14-2/1139.
26. Vagner B.B., Klevkova I.V. Reki Moskovskogo regiona. – M., 2003. – 215 s.

IMPACT ASSESSMENT OF TECHNICAL EQUIPMENT AND OPERATING BASES COMPLEX IN THE AREAS OF FALLING CARRIER-ROCKET PARTS ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS

S.N. Balykin, I.V. Gorbachev, A.N. Savelyenok

¹Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: balykins@rambler.ru

²Center for Operation of Ground-based Space Infrastructure Facilities, Moscow,
E-mail: himik30004@gmail.com

The analysis and comprehensive assessment of characteristics and effects of the technical equipment and operating bases complex in the areas of falling carrier rocket parts on such environmental components as snow cover, vegetation, the upper soil horizons including surface water were made, and the influence of the complex on their physical-chemical properties and chemical composition was studied.

Key words: environment, technical equipment complex, impact assessment, oil products, macro-ions, elemental chemical composition.

Received November 15, 2016

УДК: 504.06: 550.42

ВЛИЯНИЕ ПУСКА РН СОЮЗ-2.1А С КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ РП 985

С.Н. Балыкин¹, А.Н. Савеленок²¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: balykins@rambler.ru²Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, Москва,
E-mail himik30004@gmail.com

Исследованы свойства и химический состав снеговых вод мониторинговых точек района падения фрагментов второй ступени ракеты-носителя Союз-2.1а как до, так и после ее запуска с космодрома. В единичных точках выявлено повышенное, относительно фона, содержание нитратов, водорастворимых марганца, алюминия, лития. Особую тревогу вызывает уровень содержания кадмия в пробе снеговой воды, извлеченной из-под фрагмента двигательной установки, превышающий ПДК.

Ключевые слова: район падения, ракета-носитель, экологическая оценка, снежный покров, тяжелые металлы, нефтепродукты, бенз(а)пирен.

Дата поступления 4.12.2016

Проведение экологического мониторинга в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧРН) неразрывно связано с обеспечением запусков космических аппаратов [1]. Район падения № 985, расположенный на Центрально-Якутской равнине, является неотъемлемой частью инфраструктуры космодрома «Восточный». На его территории упали фрагменты центрального блока ракеты-носителя Союз-2.1а., стартовавшей 28 апреля 2016 г. Для оценки возможного воздействия пуска в первую очередь исследован снежный покров как наиболее репрезентативный объект, депонирующий атмосферное загрязнение [2-4].

Результаты и их обсуждение

Снежный покров РП 985 характеризуется неоднородностью по мощности (от 10 до 40 см), плотности (от 0,5 до 0,8 г/см³), обилию включений растительного опада и химическому составу, что находит подтверждение в результатах наших исследований. Снеговые воды в РП 985 относятся к категории ультрапресных (< 200 мг/дм³). Хлориды, сульфаты, ионы кальция, магния, карбонаты и гидрокарбонаты присутствуют

в жидкой фазе снежного покрова большинства мониторинговых точек РП 985 в количествах, не превышающих пределов их обнаружения: <10, <10, <1, <1, <10 и <10 мг/дм³, соответственно.

Содержание нитратов в жидкой фазе снежного покрова РП 985 до пуска во всех образцах ниже 0,1 мг/дм³. В послепусковых пробах мониторинговых площадок № 3, 9 и 11 значения концентрации нитратов в талых снеговых водах возрастают, соответственно, до 1,41, 1,34 и 0,57 мг/дм³. Выше содержание нитратов также в образце, извлеченного из-под двигательной установки (0,34 мг/дм³), и в точках, расположенных на удалении 4 (точка № 12/1 – 0,30 мг/дм³) и 400 м (точка № 12/4 – 0,17 мг/дм³) от места падения этого фрагмента. Однако эти количества существенно ниже ПДК нитратов в воде (по NO₃⁻) – 45 мг/л [5] и соответствуют средневзвешенным значениям этого показателя в осадках на станциях фоновом мониторинга Российской Федерации (0,4-2,1 мг/дм³) [6] и Дальневосточного Федерального округа (1,0 мг/дм³) [7].

Содержание нефтепродуктов во всех пробах ниже, чем в снеге бассейна Средней Оби (0,05 мг/дм³ [8]) и не пре-

вышает нормативов для воды, расфасованной в емкости, – 0,05 мг/л (вода второй категории) [9], бенз(а)пирена – ниже пределов обнаружения (<50 нг/дм³).

Величины окисляемости природных вод изменяются в пределах от долей до десятков мгО/дм³ [10]. В большинстве образцов талой снеговой воды она ниже предела пороговых значений. Только в точке обнаружения фрагмента (Т 12) значение окисляемости достигает 17 ± 5 мгО/дм³, что обусловлено наличием в образце органических примесей. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать 15 мгО/дм³, в водных объектах зон рекреации допускается до 30 мгО/дм³ [10].

Содержание Мп в большинстве образцов снеговых вод из РП 985 находится на уровне данных по Северной Сибири ($0,0037$ мкг/дм³ [8]), варьируя в пределах $<0,0010$ – $0,0086$ мг/дм³. Только в пробе, отобранной на месте падения фрагмента, уровень концентрации марганца существенно выше ($0,0380 \pm 0,0008$ мг/дм³). Известно, что для марганца характерна резко выраженная тенденция к биогенной аккумуляции в органогенных горизонтах [11–16]. Поэтому, наиболее вероятным источником поступления марганца в образец снега в месте падения является почвенный и растительный материал, вынесенный на поверхность снежного покрова при ударе фрагмента о поверхность. Превышений ПДК элемента в талой воде ($0,1$ мг/дм³) не выявлено [5].

По содержанию никеля также заметно выделяется образец снеговой воды в точке № 12. Здесь концентрация этого элемента составляет $0,0049 \pm 0$, мг/дм³, тогда как в остальных пробах не превышает пределов обнаружения метода ($<0,0002$ мг/дм³). ПДК никеля для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования $0,1$ мг/дм³, соответственно. Такое увеличение концентрации в снеговых водах точки № 12 не несет в себе никаких угроз.

Несмотря на относительно высокие концентрации лития в некоторых видах природных вод, он мало изучен. ПДК его в питьевых водах, расфасованных в емкости составляет $0,03$ мг/дм³. В талых снеговых водах исследуемого района содержание лития варьируют в диапазоне от $0,0027$ до $0,0150$ мг/дм³, при этом в пробах, отобранных до и после пуска, оно изменялось не значительно. Исключением является точка № 4, где в пробе талых снеговых вод после пуска зафиксирован существенный скачок концентрации лития до $0,087 \pm 0,003$ мг/дм³.

Содержание кадмия в жидкой фазе снега мониторинговых площадок варьирует от $<0,00001$ до $0,00005$ мг/дм³. Существенно выше концентрация Cd в пробе снеговой воды точки № 12 ($0,012 \pm 0,003$). Эти значения в 12 раз превышают ПДК для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в = $0,001$ мг/дм³), что характерно для ландшафтов горных редколесий и тундр Якутии над зонами разломов [17].

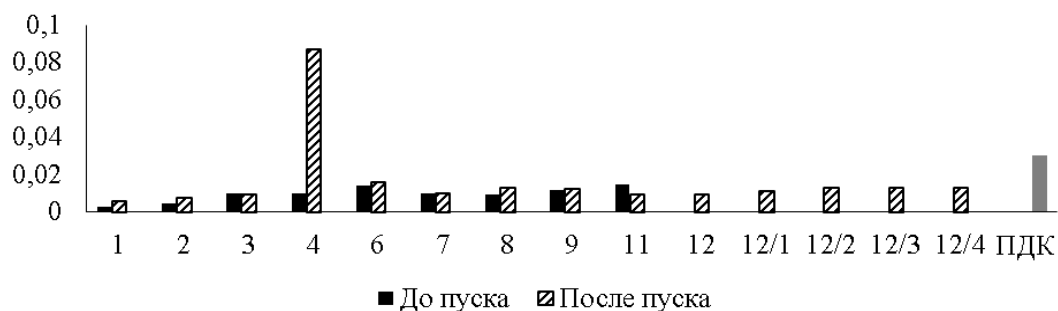


Рис. 1. Содержание лития в снеговых водах мониторинговых точек РП 985, мг/дм³

Но возникновение подобных аномалий может быть связано не только с миграцией элементов в системе «снежный покров – подстилающий субстрат» [18], но и с морозобойным конденсированием аэрогенных эмиссий [19] техногенного происхождения. Так М.Д. Таркова [20] в зоне деятельности горнодобывающих предприятий Оймяконского района Якутии в талой снеговой воде выявила концентрации кадмия до $0,0204 \pm 0,0013$ мг/дм³. И если в данном случае речь идет об усредненных значениях ($n = 10$), то в районе падения № 985 повышенное содержание кадмия обнаружено в снеговой воде в единственной пробе, извлеченной в месте падения фрагмента двигательной установки РН. Как уже отмечалось ранее, при ударе фрагмента о поверхность имел место вынос почвенного (органогенные и минеральные горизонты) и растительного материала на поверхность прилегающих к месту столкновения участков, что, очевидно, отразилось на химическом составе снежного покрова. Следует учесть и тот факт, что фрагмент, отскочив после падения, захватил частицы грунта и перенес их на своей поверхности в снежный покров места вторичного приземления, где впоследствии были отобраны пробы.

Концентрации алюминия в талых снеговых водах в мониторинговых точках РП 985 преимущественно находятся ниже $0,01$ мг/дм³, реже достигая: $0,017$ мг/дм³ (точка № 4 до запуска), $0,026$ мг/дм³ (точка № 12/2 после запуска), $0,072$ мг/дм³ (точки № 7 и 8 до запуска). Наиболее высокие значения были отмечены в пробах снега в месте падения фрагмента (точка №12 – $0,11$ мг/дм³) и в 200 м от него (точка 12/3 – $0,12$ мг/дм³).

Список литературы

1. Кондратьев А.Д., Королева Т.В., Ефременков А.А. и др. Совершенствование системы экологического мониторинга районов падения отделяющихся частей ракет-носителей // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 6 (37) – С. 482-486.
2. Василенко В.Н. Назаров Н.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
3. Теоретические основы биогеохимической экспертизы окружающей среды. – Хабаровск: Дальнаука, 1998. – 155 с.

Источником повышенного содержания алюминия в этих пробах может быть растительный материал, а в точке № 12 в том числе и почвенный. Нельзя исключить вклада и самого фрагмента. В любом случае уровень содержания алюминия в исследованных пробах не превышает нормативов для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ($0,5$ мг/дм³) и не окажет негативного воздействия на функционирование природных экосистем.

ПДК цинка составляет $1,0$ мг/дм³ [5]. Превышений на исследуемой территории как до, так и после пуска не выявлено. В большинстве проб отмечено содержание $<0,004$ мг/дм³, в отдельных образцах – $0,079 \pm 0,02$ (точка № 7, до пуска) и $0,240 \pm 0,05$ мг/дм³ (точка № 8, до пуска).

Заключение

Химический состав и свойства снеговых вод, в целом, соответствуют природно-климатическим условиям региона и отражают фоновую ландшафтно-геохимическую обстановку, характерную для незагрязненных территорий. На месте обнаружения фрагмента двигательной установки в снеговых водах отмечено повышенное содержание алюминия, никеля, марганца, но только содержание кадмия оказалось существенно выше ПДК, что может быть обусловлено загрязнением в результате разброса почвенного и растительного материала при падении установки, а также поступлением с фрагментом.

В преобладающем большинстве проб концентрации химических веществ находятся ниже пределов обнаружения. Загрязнение имеет локальный характер и не несет угроз для нормального функционирования природных комплексов.

4. Козин В.В. Кузнецова Э.А. Физико-географические факторы пространственно-временной изменчивости снежного покрова нефтегазопромыслового региона. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гос. ун-та, 2015. – 151 с.
5. 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.
6. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteorf.ru/>.
7. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteorf.ru/>.
8. Савичев О.Г., Иванов А.О. Атмосферные выпадения в бассейне Средней Оби и их влияние на гидрохимический сток рек // Изв. РАН. Серия географическая. – 2010. – № 1. – С. 63-70.
9. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. СанПиН 2.1.4.1116-02. – М.: Минздрав России, 2002.
10. Гусева Т.В. Молчанова Я.П., Заика Е.А. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 2000. – 87 с.
11. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
12. Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов в южной части Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – 388 с.
13. Макеев О.В. Микроэлементы в почвах Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1973. – 150 с.
14. Изерская Л.А. Пашнева Г.Е. Марганец, медь, кобальт в почвах Томского Приобья // Агрохимия. – 1977. – № 5 – С. 94-100.
15. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае – Новосибирск: Наука, 1978. – 271 с.
16. Иванов Г.М. Биохимия марганца и меди в ландшафтах Тункинского Прибайкалья. – Новосибирск: Наука, 1978. – 143 с.
17. Макаров В.Н. Геохимия снежного покрова таежных и мерзлотных ландшафтов Якутии // Лед и снег. – 2014. – № 1. – С. 73-80.
18. Макаров В.Н., Федосеев Н.Ф., Федосеева В.И. Геохимия снежного покрова Якутии. – Якутск: Изд-во ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1990. – 152 с.
19. Тентюков М.П. Особенности формирования загрязнения снежного покрова: морозное конденсирование техногенных эмиссий (на примере районов нефтедобычи в болышеземельской тундре) // Криосфера Земли. – 2007. – Т. XI. – № 4. – С. 31-41.
20. Таркова М.Д. Миграция свинца и кадмия в трофической цепи «почва-растение-северный олень» в зоне деятельности горнодобывающих предприятий (на примере Оймяконского района Якутии): автореф. дис... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2007. – 22 с.

References

1. Kondratyev A.D., Koroleva T.V., Yefremkov A.A. i dr. Sovershenstvovaniye sistemy ekologicheskogo monitoringa rayonov padeniya otdelyayushchikhsya chastey raket-nositeley // Mir nauki, kultury, obrazovaniya. – 2012. – № 6 (37) – S. 482-486.
2. Vasilenko V.N. Nazarov N.M., Fridman Sh.D. Monitoring zagryazneniya snezhnogo pokrova. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 181 s.
3. Teoreticheskiye osnovy biogeokhimicheskoy ekspertizy okruzhayushchey sredy. – Khabarovsk: Dalnauka, 1998. – 155 s.
4. Kozin V.V. Kuznetsova E.A. Fiziko-geograficheskiye faktory prostranstvenno-vremennoy izmenchivosti snezhnogo pokrova neftegazopromyslovogo regiona. – Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevartovskogo gos. un-ta, 2015. – 151 s.
5. Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh obyektov khozyaystvenno-pityevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya. Gigiyenicheskiye normativy GN 2.1.5.1315-03. – М., 2003.

6. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2014 g. [Elektronny resurs]. – URL: <http://www.meteorf.ru/>.
7. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2015 g. [Elektronny resurs]. – URL: <http://www.meteorf.ru/>.
8. Savichev O.G., Ivanov A.O. Atmosfernye vypadeniya v bassejne Sredney Obi i ikh vliyaniye na gidrokhimichesky stok rek // Izv. RAN. Seriya geograficheskaya. – 2010. – № 1. – S. 63-70.
9. Pityevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody, rasfasovannoy v emkosti. SanPiN 2.1.4.1116-02. – M.: Minzdrav Rossii, 2002.
10. Guseva T.V., Molchanova Ya.P., Zaika Ye.A. Gidrokhimicheskiye pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy. – M.: Ekolayn, 2000. – 87 s.
11. Vinogradov A.P. Geokhimiya redkikh i rasseyannykh khimicheskikh elementov v pochvakh. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1957. – 238 s.
12. Ilyin V.B. Biogeokhimiya i agrokhimiya mikroelementov v yuzhnoy chasti Zapadnoy Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1973. – 388 s.
13. Makeyev O.V. Mikroelementy v pochvakh Sibiri i Dalnego Vostoka. – M.: Nauka, 1973. – 150 s.
14. Izerskaya L.A., Pashneva G.E. Marganets, med, kobalt v pochvakh Tomskogo Priobya // Agrokhimiya. – 1977. – № 5 – S. 94-100.
15. Malgin M.A. Biogeokhimiya mikroelementov v Gornom Altaye – Novosibirsk: Nauka, 1978. – 271 s.
16. Ivanov G.M. Biokhimiya margantsa i medi v landshaftakh Tunkinskogo Pribaykalya. – Novosibirsk: Nauka, 1978. – 143 s.
17. Makarov V.N. Geokhimiya snezhnogo pokrova tayezhnykh i merzlotnykh landshaftov Yakutii // Led i sneg. – 2014. – № 1. – S. 73-80.
18. Makarov V.N., Fedoseyev N.F., Fedoseyeva V.I. Geokhimiya snezhnogo pokrova Yakutii. – Yakutsk: Izd-vo in-ta merzlotovedeniya SO AN SSSR, 1990. – 152 s.
19. Tentyukov M.P. Osobennosti formirovaniya zagryazneniya snezhnogo pokrova: moroznoye kondensirovaniye tekhnogennykh emissy (na primere rayonov neftedobychi v bolshezemelskoy tundre) // Kriosfera Zemli. – 2007. – T. XI. – № 4. – S. 31-41.
20. Tarkova M.D. Migratsiya svintsa i kadmiya v troficheskoy tsepi «pochva-rasteniye-severny olen» v zone deyatel'nosti gornodobyvayushchikh predpriyaty (na primere Oymyakonskogo rayona Yakutii): avtoref. dis... kand. biol. nauk. – Novosibirsk, 2007. – 22 s.

THE IMPACT OF SOYUZ-2.1A LAUNCH FROM SPACE PORT

«VOSTOCHNY» ON SNOW COVER AT SF 985

S.N. Balykin, A.N. Savelenok

¹Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: balykins@rambler.ru

²Center for Operation of Ground-based Space Infrastructure Facilities, Moscow,
E-mail himik30004@gmail.com

The properties and chemical composition of snow water sampled in the monitoring sites of the area of falling second stage fragments of the carrier rocket Soyuz-2.1A before and after its launch were studied. In some sites, the increased (as compared to the background) content of nitrate, soluble manganese, aluminum and lithium was detected. Of particular concern is exceeding MPC cadmium concentrations in the snow water sample taken from the under the propulsion device fragment.

Key words: site of falling, carrier rocket, environmental assessment, snow cover, heavy metals, oil products, benzo(a)pyrene.

Received December 4, 2016

УДК 502.335+504.3.054

ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ГОРНОЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АЛТАЯ XVIII-XIX ВЕКОВ В ЛЕДОВОМ КЕРНЕ ВЫСОКОГОРНОГО ЛЕДНИКА ГОРЫ БЕЛУХА

С.С. Эйрих¹, А. Эйхлер², Л. Тоблер², М. Швиговски-Гигар²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, E-mail: stella@iwer.ru

²Институт Поля Шеррера, Филлиген, Швейцария

На основе данных о концентрациях металлов в керне льда высокогорного ледника г. Белуха, отражающих их атмосферное содержание в период 1700-1900 гг., было показано, что концентрации свинца, меди, цинка, сурьмы и серебра отражают, главным образом, историю региональной горнодобывающей и металлургической промышленности Рудного Алтая. Ртуть, являясь глобальным загрязнителем, отражает как региональные, так и глобальные изменения атмосферных концентраций. Ее концентрации с 1740 г. по 1850 г. в керне увеличиваются за счет вклада региональной составляющей, с 1850 г. региональный вклад уменьшается, а глобальный растет, после же 1880 г. концентрации ртути в большей степени отражают изменение глобального атмосферного фона. При этом наряду с пролонгированной эмиссией кратковременные события (вулканическая эмиссия, пылевой перенос и т.д.) также находят отражение в концентрационных профилях металлов, документированных в ледовом керне.

Ключевые слова: ледовый керн, металлы, ртуть, региональная и глобальная эмиссия, горная и металлургическая промышленность, гора Белуха, Рудный Алтай.

Дата поступления 1.12.2016

Памяти Филиппа Филипповича Риддера, горного инженера, первооткрывателя, жизнь посвятившего горному делу.

Высокогорные внутриконтинентальные ледники являются наилучшими природными архивами для изучения региональных особенностей атмосферной эмиссии загрязняющих веществ, так как они обладают наилучшим временным разрешением по сравнению с другими палеоархивами и позволяют рассматривать не только долговременный тренд (на основе усредненных данных по 5-10 летним периодам), но и динамику текущих изменений (в масштабах 1-2 лет), а также фиксировать кратковременные события (как природные, так и антропогенные). В данной работе подробно рассматривается период 1700-1900 гг., отражающий историю горно-металлургической промышленности Рудного Алтая.

*Из истории становления и развития
горной и металлургической
промышленности в границах
Алтайского горного округа*

Исторически Рудный Алтай являлся крупным горно-металлургическим центром, функционирующим в рамках обширной Саяно-Алтайской горно-металлургической области, формирование которого обусловлено наличием богатых полиметаллических руд [1]. Металлургия на Алтае возникла благодаря наличию самородной меди, которая, находясь под коркой поверхностных окислов, поддавалась ковке даже в холодном виде. В Афанасьевскую эпоху (конец III – начало II тыс. до н.э.) началась добыча и обработка руды с изготовлением медных орудий, которые в

последующую Андроновскую эпоху (около 1500-1200 гг. до н.э.) были вытеснены более твердыми и прочными орудиями из бронзы, что получило еще большее развитие в Карасукское время (около 1300-800 гг. до н.э.). Для получения бронзы было необходимо олово, источники которого (месторождения кассетерита) были также обнаружены на Алтае. Эпоха поздней бронзы – период расцвета бронзолитейного металлургического производства Алтая, представляющего полный цикл производства, начиная с этапа горной добычи и заканчивая изготовлением готовых изделий. В предгорной зоне Рудного Алтая документированы поселения металлургов, специализирующихся на плавке руды и металлообработке. В эпоху бронзы Рудно-Алтайский горно-металлургический центр являлся одним из ведущих горно-металлургических центров Евразии.

Сырьевая база Алтая имела большое значение для всей прилегающей территории. Степное и лесостепное Обь-Иртышье в бронзовом веке являлось контактной зоной между Евразийской и Центрально-азиатской металлургическими провинциями [2]. В то же время развивалась добыча золота и серебра. Свидетельство древних разработок месторождений – это так называемые «чудские копи» (многочисленные объекты горнорудного дела), обнаруженные на Алтае. В приложении к докладу «К истории древних горных работ на Алтае» геолога М.Ф. Розена приведен список 91 древней разработки меди, золота и олова. Чудские рудокопы добывали только богатые легкоплавкие руды в верхних зонах месторождений, многие из которых в дальнейшем многократно переоткрывались и использовались в различные исторические периоды.

Так в 1719 г. русские рудознатцы обнаружили в предгорьях Алтая богатые медно-рудные месторождения, об открытии которых стало известно уральскому горнозаводчику Акинфию Демидову. Его заявка на их разработку

и плавку была удовлетворена, и в 1727 г. на Алтае был построен первый медеплавильный завод – Колывано-Воскресенский, который был запущен в 1729 г., он был крупнейшим среди предприятий Демидова на Алтае [3]. Змеиногорская руда оказалась богатой серебром, для извлечения которого требовались специальные печи и особые методы плавки. Промышленная плавка серебра была начата в 1743 г., несколькими годами позже выяснилось, что район Алтая богат как серебряной, так и золотой рудой. После смерти Акинфия Демидова алтайские предприятия по указу Елизаветы I от 1 мая 1747 г. были взяты в ведение императорского Кабинета. По генеральной описи 1745-1747 гг. при Алтайских заводах числился 1 серебряный рудник, 69 медных, 6 свинцовых, 1 медно-свинцовый и 16 рудников «признаков медных», из которых разрабатывались Змеевский и еще несколько рудников, остальные представляли собой заявки на рудные месторождения. С 1760-х гг. кабинет финансировал строительство новых сереброплавильных заводов и медеплавильного Сузунского [4]. Основные рудники и металлургические заводы Колывано-Воскресенского горного ведомства второй половины XVIII в. представлены на рисунке 1.

Один из самых больших и богатых рудников – Змеиногорский, верхние окисленные руды которого содержали большое количество серебра, он давал в XVIII в. основную часть серебра и золота, поступавшего из Сибири. Барнаульский завод после перехода в распоряжение Кабинета был переоборудован для выплавки серебра и стал крупнейшим сереброплавильным предприятием в Сибири. Сереброплавильные и медеплавильные заводы Западной Сибири по масштабам и объемам производства и количеству занятых рабочих принадлежали к крупнейшим предприятиям цветной металлургии XVIII в., 90 % российского серебра производилось на

Алтае. И хотя горнозаводская промышленность в нашей стране по сравнению с Западной Европой появилась сравнительно поздно – лишь во второй половине XVII в., но уже к концу XVIII столетия Россия заняла одно из лидирующих мест в европейском производстве серебра. Максимальный уровень производства серебра достигнут в 1772 г., а затем стал медленно снижаться из-за падения содержания серебра в рудах, хотя добыча и объем переработанных руд продолжали расти (с 1747 по 1793 гг. добыча руд выросла в 30 раз), что наглядно представлено на рисунке 2.

В первой половине XIX в. в связи с истощением наиболее богатого серебряными рудами Змеиногорского место-

рождения рудная база алтайских заводов сместилась на юг, где в 1786 г. Филиппом Филипповичем Риддером было открыто уникальное месторождение полиметаллических руд, богатое Pb, Zn, Ag, Au, Cu и Cd, которое впоследствии стало именоваться в честь его первооткрывателя – Риддерским. В 1791 г. Герасимом Григорьевичем Зыряновым было обнаружено богатейшее Зыряновское месторождение, работы на котором велись в течение долгих лет (в настоящее время Зыряновская обогатительная фабрика, Риддерский горно-обогатительный и Риддерский металлургический комплексы действуют в составе АО «Казцинк»).

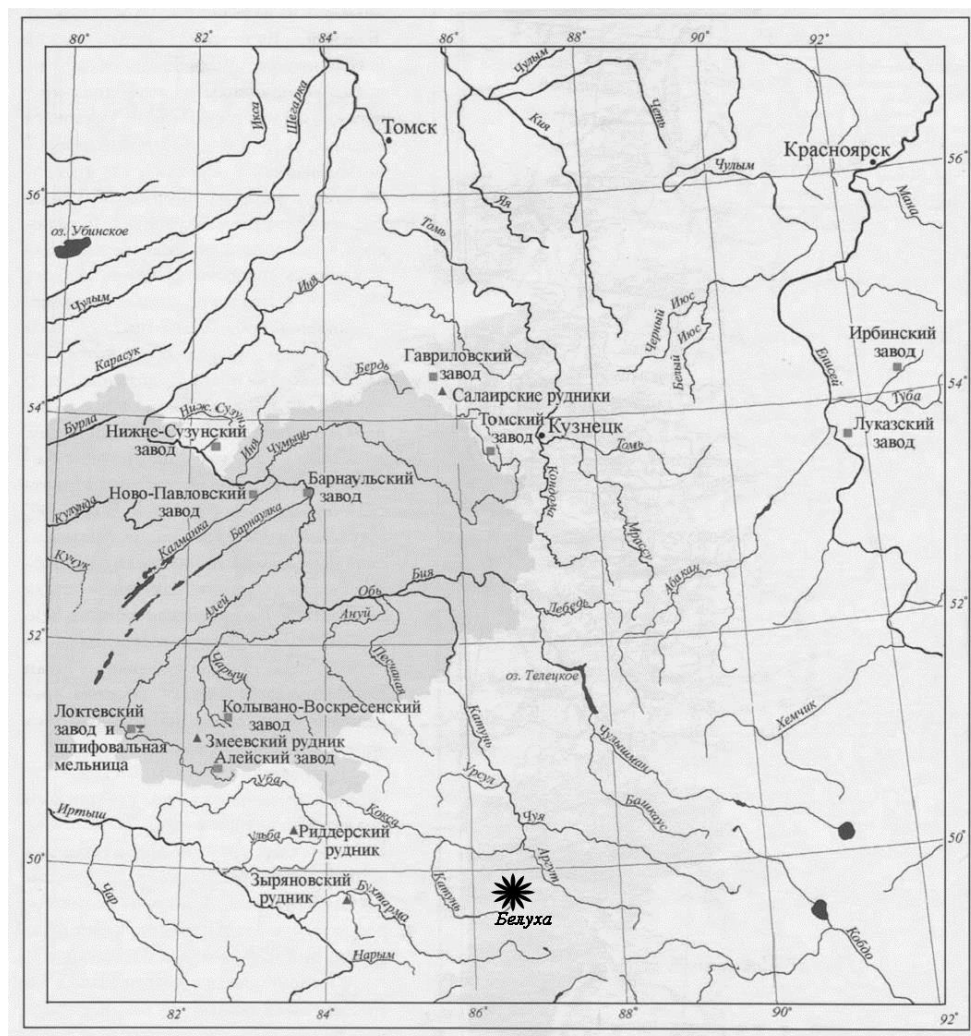


Рис. 1. Место отбора ледового керна, рудники и металлургические заводы Колывано-Воскресенского горного ведомства второй половины XVIII в. (по [4])

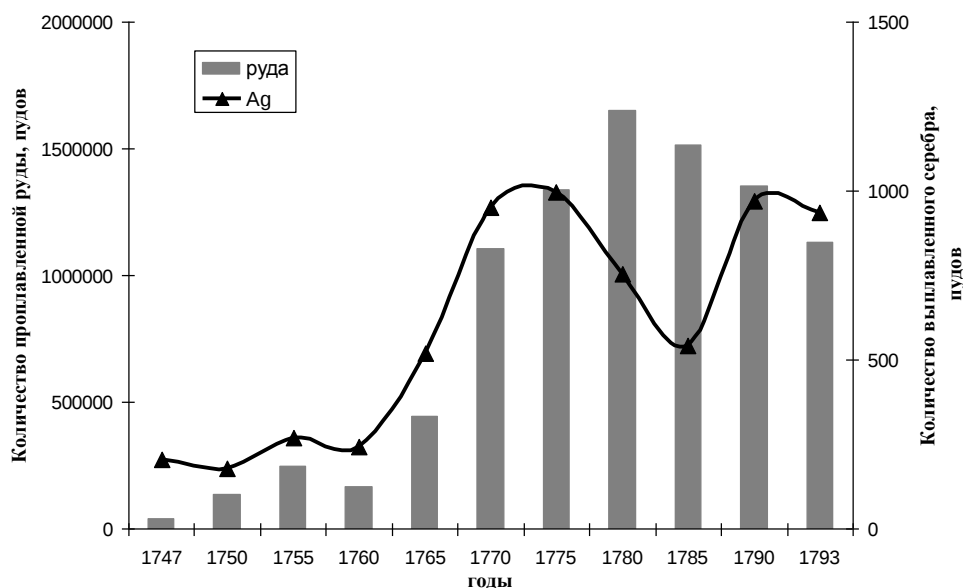


Рис. 2. Количество выплавленного серебра и проплавленной руды в XVIII в. в Колывано-Воскресенском горном ведомстве (по данным [5])

На северо-востоке в Салаире сильным рудоискателем Дмитрием Поповым в 1781 г. были открыты крупнейшие месторождения серебряных руд, для плавки которых в 1795 г. был построен Гавриловский серебряный завод, названный по велению Екатерины II в честь горного начальника Алтайского округа Гавриила Качка, при котором много было сделано для горного дела в крае; позже — в 1816 г. рядом был пущен Гурьевский сереброплавильный завод.

Со второй четверти XVIII в. до третьей четверти XIX в. включительно основу экономики Алтая составляла горно-металлургическая промышленность. К 1860 г. алтайский горнометаллургический комплекс занимал в России первое место по выплавке серебра и свинца, второе — по производству меди и четвертое — по добыче золота. Ведущий вид продукции Алтайских заводов — серебро — в течение первой половины XIX в. выпускался не ниже официально установленной Кабинетом нормы в 1000 пудов. Это серебро содержало в себе от 2,5 до 4 % золота, что давало 200 % чистой прибыли [6]. Metallургическое производство того времени требовало

большого количества древесины, шедшей на производство древесного угля, поэтому запасы лесов в окрестностях заводов истощались, и в XIX в. плавка становится все более ресурсозатратной.

Реформа 1861 г., отменившая крепостное право в России, резко изменила социально-экономическую ситуацию в Алтайском горном округе. Ее прямым результатом стало освобождение мастеровых и приписных крестьян от обязательных заводских отработок. Кабинетская горно-металлургическая промышленность вступила в полосу кризиса. С начала 1870-х гг. сереброплавильное производство стало приносить убытки. Отсталая техника, высокие затраты и низкая производительность труда приводили к сокращению выплавки драгоценных металлов [7]. Кроме того, начало 1880-х гг. ознаменовалось мировым падением цен на серебро. Попытки модернизации предприятий не смогли изменить общей тенденции, в 1893 г. ведущие сереброплавильные заводы были закрыты, кабинетская горно-металлургическая промышленность была ликвидирована, и с 1896 г. Алтайский округ перестал именоваться горным [5].

*Объект, материалы и методы
исследования*

Для изучения региональных особенностей атмосферной эмиссии загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу Алтая вследствие антропогенной деятельности горно-металлургической промышленности Рудного Алтая в период 1700-1900 гг., был выполнен детальный послойный химический анализ соответствующей части ледового керна седловины г. Белуха. В июле 2001 г. в седловине г. Белуха (Алтайский горный массив, 49°48' с.ш., 86°34' в.д., высота 4062 м) был отобран 140-метровый керн льда (рис. 1). Все полевые и аналитические работы при отборе и анализе керна были проведены с соблюдением техники «ультрачистого протокола». Гляциохимический анализ был выполнен в Институте им. Поля Шеррера (Швейцария) и подтвердил пригодность этого ледника для палеоархивных исследований [8]. Датирование выполнялось комбинацией нескольких методов (^{210}Pb , реперные даты 1963 и 1945 гг. для пиков трития и плутония, трех-параметровый подсчет годовых слоев с использованием $\delta^{18}\text{O}$ и концентраций ионов аммония), неопределенность датирования составляет $\pm 1-3$ года. Рассматриваемая в данной работе часть керна соответствует временному периоду 1700-1900 гг. Ледовый керн для послойного анализа был разрезан в «холодной чистой комнате» при -20°C на фрагменты, затем, после соответствующей процедуры очистки (для проб фирна – удаление наружного слоя $\sim 0,3$ см керамическим ножом, для проб льда – удаление верхнего «загрязненного» слоя обмывкой ультрачистой водой), эффективность которой подтверждена радиальным анализом слоев, пробы были подкислены соляной кислотой (до концентрации 0,4 %) для последующего определения металлов и BrCl (0,5 %) – для ртути. Далее пробы были оставлены на 12-24 ч. в чистой комнате (класс 100) до дальнейшего анализа. Контроль чи-

стоты процедуры пробоподготовки осуществлялся с использованием «холостой» пробы, приготовленной из замороженной ультрачистой воды (MQ Water). Анализ ртути был выполнен атомно-флуоресцентным методом на ртутном анализаторе «Mercur» (Analytik Jena, Германия) в соответствии с методом US EPA 1631E [9], позволяющем проводить определение Hg на субнанограммовом уровне (предел обнаружения 0,025 нг/л [10]). Анализ проб на содержание остальных металлов (Pb, Zn, Cu, Sb, Cd, Bi, Ag) был выполнен на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ICP-SF-MS) Finnigan MAT Element 1 [11-13]. Правильность результатов подтверждена анализом стандартных образцов.

Результаты и обсуждение

В целом, концентрации металлов в части керна льда, соответствующей периоду 1700-1900 гг., варьируют значительно и репрезентативно представляют изменения содержания металлов в атмосфере Алтая за указанный период, которые зависят как от природных, так и от антропогенных факторов. Основными природными источниками поступления металлов являются пыль (dust), почвенная эрозия, извержения вулканов, а антропогенными – разработка месторождений, добыча и плавка руд, сжигание угля. Сезонные различия концентраций металлов в керне могут достигать одного порядка и связаны с изменением метеоусловий в летние и зимние месяцы. Поступление загрязняющих веществ к высокогорным ледникам вследствие конвективного транспорта преобладает в летние месяцы и затруднено в зимние из-за высокой стабильности атмосферы.

Было показано, что при преимущественном движении воздушных масс с запада, юго-запада и северо-запада из-за особенностей метеорологических и орographicеских условий максимальное влияние на ледник оказывают источни-

ки, находящиеся западнее, северо-западнее и юго-западнее Белухи [14]. Отдельные пиковые концентрации характеризуют кратковременные события: так наиболее высокие пики концентраций ртути и кадмия в керне относятся к 1884 г. и являются сигналами от извержения вулкана Кракатау 1883 г. [12, 15]. Хотя взрывная вулканическая деятельность не является основным источником металлов в керне и не все пики концентраций, идентифицированные с помощью exSO_4^{2-} как сигналы вулканов, сопровождаются также повышением концентраций металлов [11-12]. Наиболее значимый концентрационный максимум для большинства металлов (Zn, Cu, Pb, Cd) обнаружен в 1774 г., что связано с пылевым переносом и подтверждается расчетом факторов обогащения EF (enrichment factors) с использованием Ca в качестве трассера пыли $\text{EF}(X)=[X/\text{Ca}]_{\text{sample}}/[X/\text{Ca}]_{\text{reference}}$ [12].

Для оценки долговременного тренда и удаления кратковременных флуктуаций и спорадических максимумов индивидуальные точечные данные были усреднены по 20-летним периодам. Динамика изменений усредненных 25-летних концентраций свинца, цинка, меди и сурьмы представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Усредненные по 25-летним периодам (медианы) концентрации металлов (свинец, цинк, медь, сурьма) в ледовом керне г. Белуха

Для всех металлов характерно повышение концентраций, что связано с появлением и деятельностью первого медеплавильного предприятия на Алтае — Колывано-Воскресенского медеплавильного завода. Для свинца было показано, что возрастание концентраций после 1720 г. не может быть объяснено переносом минеральной пыли, т.к. такие элементы, как Ca^{2+} , не показывали возрастания в этот период. Однако содержание Pb в керне хорошо коррелирует с ростом количества выплавленных руд, а также увеличением количества плавильных и металлургических заводов в тот же период, отражая историю локальной эмиссии от горнодобывающей и металлургической промышленности Рудного Алтая [11, 13].

После перехода Змеиногорского рудника в ведение Кабинета добыча руд, а соответственно, и количество проплавленных руд возросли. Добыча серебра достигла максимума в 1770-1780 гг., что отразилось в росте концентраций свинца, меди и сурьмы в керне. Технология плавки серебряных руд на Колывано-Воскресенских заводах состояла из трех операций. Сырая плавка являлась первой операцией, которая заключалась в первоначальной расплавке руд и удалении верхнего слоя, состоявшего из расплавленных минералов, входивших в состав руды, чтобы сконцентрировать серебро в полуфабрикате (роштейн). Вторая операция — извлечение серебра из роштейна и получение «делового свинца» (веркблей), для этого в расплавленный роштейн добавляли свинец, присоединяющий к себе металлическое серебро (физический сплав свинца с серебром). Третий этап — разделение серебра и свинца, для чего расплав веркблея разогревался до такой температуры, что серебро как более тяжелый по удельному весу элемент оседало на дно печи, а свинец образовывал верхний слой, который сливали [6].

Особенность месторождений Рудного Алтая в том, что они представлены

медно-свинцово-цинковыми рудами, тогда как такие элементы, как сурьма и мышьяк, для этих руд не характерны. Но, как видно из рисунка 3, на протяжении всего изученного периода содержание свинца, меди и сурьмы в керне характеризуется сходной вариабельностью. Это объясняется тем, что в Алтайских серебряных рудах свинца было меньше, чем требовалось для извлечения (1:70 вместо 1:300), поэтому для плавления богатых серебром Змеиногорских руд использовали свинец, доставляемый с Нерчинского завода.

Поставки «нерчинского свинца» в Барнаул были начаты в 1746 г. Но неочищенный свинец с примесью чугуна, серы и «ядовитых шпейзовых материй» был тугоплавким и слишком густым, что затягивало разделительную операцию. Его необходимо было вдвое больше. Нерчинские руды – типично полиметаллические с пониженным содержанием меди, в качестве примесей они содержали мышьяк, сурьму, олово и висмут. Нерчинский глет (суррогат свинцовой плавки) на 30 % состоял из ядовитых химически активных примесей, таких как мышьяк и висмут («арсенических и висмутовых ядовитых материй» [16]). Это наглядно демонстрирует соотношение между среднегодовыми концентрациями свинца и висмута в керне: наиболее высокая его доля, изменяющаяся пропорционально концентрациям свинца в керне, относится к периоду 1740-1790 гг., позже его доля и концентрации снижаются и остаются на этом уровне до конца XIX в. (пиковые кон-

центрации относятся к кратковременным событиям, таким как извержения вулканов и пылевой перенос).

Хотя поставки нерчинского свинца продолжались до 1850 г., но после 1800 г. вдобавок к нерчинскому стал использоваться риддерский свинец: в 1809-1816 гг. было расплавлено 525 тыс. пудов риддерских руд, получено по 9 тыс. пудов Pb в год. Эта масса свинца использовалась не взамен привозного нерчинского, а вдобавок к этому количеству (расход нерчинского свинца составил 36 тыс. пудов в 1810 г.) [16]. Дополнительно использовался свинец, произведенный из свинцовых руд на Алтае, максимальное производство которого приходилось на 1817-1822 гг. и составляло от 17 до 35 тыс. пудов/год.

Изменение доли нерчинского свинца, а соответственно, и атмосферной эмиссии примесей при плавке серебра подтверждается рассчитанными коэффициентами корреляции между содержанием Pb и Sb, а также между содержанием Pb и Bi в керне (табл. 1). Коэффициенты корреляции между содержанием Pb и Zn, а также Pb и Cu не различаются существенно, что объясняется тем, что руды Рудного Алтая являются медно-свинцово-цинковыми, и производство как серебра, так и меди продолжалось в течение всего изученного периода, хотя несколько меньшая доля меди в 1746-1800 гг. может свидетельствовать о меньшей ее эмиссии вследствие выплавки, т.к. нерчинские руды были обеднены медью.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между содержанием свинца и других металлов в ледовом керне г. Белуха, 1746-1900 гг.

Годы	Коэффициент корреляции*, г			
	свинец/сурьма	свинец/висмут	свинец/медь	свинец/цинк
1746-1800	0,73	0,39	0,28	0,23
1800-1900	0,42	0,05	0,35	0,27

Примечание: * – спорадические максимумы концентраций исключены при расчетах.

К середине 1780-х гг. легкодоступные части месторождений были выработаны, так закончился «наивный период» (1747-1784 гг.) в истории горнодобывающей промышленности Колывано-Воскресенских заводов, т.е. эксплуатация залежей руд в приповерхностном залегании, в так называемых зонах выветривания, где были сформированы рудные залежи с самородным металлом [16]. В это время Змеиногорский рудник давал от 75 до 100 % всей руды. Постепенно рудная база алтайских заводов сместилась на юг (полиметаллические Риддерское и Зыряновское месторождения) и на северо-восток (Салаирские месторождения серебряных руд). Недостаток змеиногорских руд компенсировался салаирскими и зыряновскими рудами, доля последних возросла с 1818 по 1825 гг. в 8,7 раз. Зыряновские кварцевые руды были очень богатыми серебром, но в то же время тугоплавкими. Так в 1795-1803 гг. издержки металлургических операций составляли 180 пудов рудного серебра (15 %), в 1809-1815 гг. – 250 пудов (20 %), в 1825-1830 гг. – 580 пудов (36,7 %). Рост угаров (разница между количеством рудного и выплавленного серебра) объяснялся снижением использования змеиногорских руд в общем количестве проплавляемой руды и достигал на Алтае 44 %, т.к. три четверти руд были тугоплавкими [6]. Соответственно, увеличивалась и эмиссия металлов в атмосферу при их плавке.

Содержание цинка оставалось относительно постоянным до 1800 г., затем постепенно повышалось, что, прежде всего, связано с заменой выработанной рудной базы Змеиногорского месторождения на Риддерскую и Зыряновскую. Руда полиметаллического Риддерского месторождения содержит пять основных металлов: медь, свинец, цинк, золото и серебро. При высоком содержании цинка в рудах (Zn – 33 %, Pb – 19 %) он отдельно не извлекался и при плавке поступал в атмосферу в значительных

количествах. «Цинк обычно при нагревании такой руды улетал в воздух, и над медными заводами стояли тучи белого дыма» [17].

Так как с 1789 по 1861 гг. на Алтае была установлена норма выплавки не менее 1000 пудов серебра в год, то использовались большие объемы руды, для расплавки которой требовалось большое количество древесного и каменного угля. К концу первой трети XIX в. для выполнения ежегодного наряда серебра употреблялось более 4 млн пудов (65523 т) древесного угля. Его сжигание сопровождалось значительной эмиссией металлов в атмосферу. Максимальные содержания металлов в керне (особенно цинка и свинца) наблюдались в середине XIX столетия. Резкое снижение концентраций всех металлов произошло во второй половине XIX в., когда кабинетская горно-металлургическая промышленность вступила в полосу кризиса. Падение выплавки серебра произошло быстро: с 1081,5 пуда в 1863 г. до 717,3 пудов в 1869 г. (т.е. на 33,7 %). В 1883 г. выплавлено 334 пудов серебра [7]. Вследствие кризиса, усугубившегося мировым падением цен на серебро, в начале 1880-х гг. ведущие сереброплавильные заводы были закрыты. Ликвидация горно-металлургической промышленности привела к снижению атмосферной эмиссии загрязнителей, что отразилось в ледниковом керне: концентрации большинства металлов (Cu, Zn, Sb, Pb, Bi) существенно снизились, почти до доиндустриального уровня (рис. 3).

Отличается от вышеперечисленных металлов концентрационный профиль Hg: если во второй половине XVIII – первой половине XIX вв. концентрации ртути в керне и объемы выплавки серебра характеризуются сходной динамикой, то к концу XIX в. содержание ртути не только не уменьшается, а напротив, возрастает (рис. 4). Кадмий и ртуть являются попутными компонентами в месторождениях полиметаллических и

свинцово-цинковых руд. При добыче и высокотемпературной плавке металлов, ртуть как легколетучий компонент в первую очередь поступает в окружающую среду. Корреляция концентраций ртути и объемов выплавки серебра в 1747-1890 гг. составила $r=0,40$, причем до 1850 г. $r=0,64$, а после 1850 г. – значимой корреляции не выявлено. Таким образом, содержание ртути в керне отражает ее антропогенную эмиссию в атмосферу вследствие высокой летучести при металлургических операциях плавления руды.

В 1830-1840 гг. на Урале и в Сибири бурно развивается золотопромышленность, и Россия по добыче золота выходит на первое место в мире: в 1830-е гг. она производила треть мирового золота, в 1840-е гг. – 47 %, уступив первенство США в 1848 г. после начала там «золотой лихорадки». В Алтайском округе вплоть до 1830 г. добывалось исключительно рудное золото, извлекавшееся из алтайского золотистого серебра. В 1791-1831 гг. выплавка золота составляла 20-25 пудов в год. В 1831-1860 гг. извлечение золота из руд выросло до 30-35 пудов в год, поскольку крупнейший Зыряновский рудник давал серебро с высокой примесью золота. Кроме серебра на Барнаульском заводе производилась выплавка золота, добываемого по всей Сибири (с казенных и частных промыслов), что также вносило свой вклад в атмосферную эмиссию ртути.

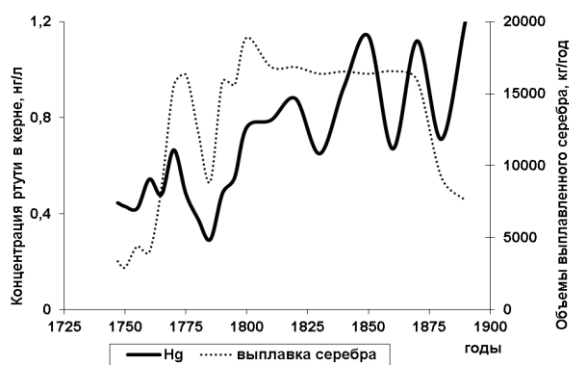


Рис. 4. Среднепятилетние объемы выплавки серебра и концентрации ртути

в ледовом керне г. Белуха, 1747-1890 гг.

Амальгамация (метод избирательного извлечения из руд благородных металлов путем их растворения в ртути, «сортушка») была широко распространена при извлечении серебра и золота из руд в Европе и в Латинской Америке. Это был выгоднейший с экономической точки зрения способ, который сокращал расходы на 60 %, хотя представлял опасность как для работников, так и для окружающей среды. В конце XVIII столетия австрийский инженер фон Борн разработал технологию хлорирования серебра в добытых рудах путем смешения с поваренной солью, чем устранил препятствия к амальгамированию серебряных руд. Треть саксонских руд, причем наиболее богатых, подвергались амальгамации. В Алтайском горном округе опыты по использованию ртути для извлечения серебра проводились с 1812 по 1824 гг., но проект не нашел поддержки и был свернут. Это объяснялось, во-первых, отсутствием технологии одновременного извлечения из руд серебра и золота, т.к. серебряные руды были «золотистыми»; во-вторых, невозможностью постройки на Колывано-Воскресенских Заводах амальгамной фабрики с производством 1000 пудов серебра в год [18]. Поэтому прямой эмиссии ртути вследствие ее использования в производстве на Алтае не происходило.

Дальнейший рост концентраций ртути в керне после падения производства серебра в конце XIX в. связан с повышением вклада глобальной составляющей в атмосферную концентрацию ртути изучаемого региона. Ртуть является глобальным загрязнителем, распространение на дальние расстояния обусловлено тем, что преобладающее количество ее в атмосфере находится в виде элементарной газообразной Hg^0 , время жизни которой составляет ~1-2 года [19-20]. При этом в тропосфере происходит перемешивание воздушных масс с разной концентрацией ртути, и формируется так называемый глобальный фон. Поэтому

наряду с локальными и региональными источниками вклад в загрязнение окружающей среды ртутью вносит и глобальная составляющая. Мировое производство ртути (следовательно, и ее потребление) резко возросло после 1850 г. Общие объемы ее производства в мире, объемы выплавки руды в Алтайском горном округе и средние 25-летние концентрации в ледовом керне г. Белуха представлены на рисунке 5.

В целом можно сделать вывод, что с 1740 по 1850 гг. концентрации ртути в керне увеличиваются преимущественно за счет региональной составляющей. С 1850 г. региональный вклад уменьшается, а глобальный растет. После 1880 г. концентрации ртути в большей степени отражают изменение ее глобального атмосферного фона.

Заключение

Концентрации в керне ледника Белуха таких металлов, как свинец, медь, цинк, сурьма и висмут, отражают, главным образом, историю региональной горнодобывающей и металлургической промышленности Рудного Алтая.

Список литературы

1. Грушин С.П., Папин Д.В., Позднякова О.А., Тюрина Е.А., Федорук А.С., Хаврин С.В. Алтай в системе металлургических провинций энеолита и бронзового века: монография. – Барнаул, Изд-во Алтайского университета, 2009. – С. 122-133.
2. Бобров В.В., Кузьминых С.В., Тенейшвили Т.О. Древняя металлургия Среднего Енисея (лугавская культура). – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. – С. 31.
3. Бородаев В.Б., Контев А.В. Возникновение российского сереброплавильного производства на Алтае и основание города Змеиногорска // Серебряный венец России. – Барнаул, 2003. – С. 75-130.
4. Бородаев В.Б., Контев А.В. Исторический атлас Алтайского края: картографические материалы по истории Верхнего Приобья и Прииртышья (от античности до начала XXI в.). – Барнаул: Азбука, 2007. – С. 69-126.
5. Карпенко З.Г. Горная и металлургическая промышленность Западной Сибири в 1700-1860 гг. – Новосибирск, Изд-во СО РАН СССР, 1963. – 216 с.
6. Ведерников В.В. Кабинетская цветная металлургия Сибири в XVIII – начале XX в.: дисс...докт. истор.наук. – Барнаул, 2013. – 520 с.
7. История Алтая в документах и материалах. Конец XVII – начало XX века. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1991. – 190 с.
8. Olivier S., Schwikowski M., Brüttsch S., Eyrikh S., Gäggeler H. W., Luthi M., Papina T., Saurer M., Schotterer U., Tobler L., Vogel E. Glaciochemical investigation of an ice core from Belukha glacier, Siberian Altai // Geophys. Res. Lett. – 2003. – 30 (19). – 2019.

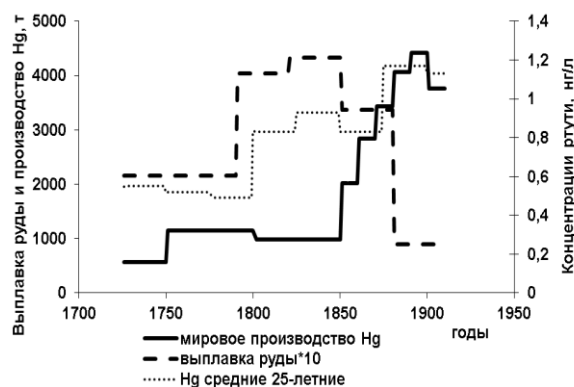


Рис. 5. Объемы мирового производства ртути [21], объемы выплавленной руды на Алтае [5] и средние 25-летние концентрации ртути в ледовом керне г. Белуха

Ртуть отражает как региональные, так и глобальные изменения атмосферных концентраций. При этом наряду с пролонгированной эмиссией металлов кратковременные события также находят отражение в концентрационном профиле, документированном в ледовом керне.

9. US EPA Method 1631, Revision E, August 2002 Mercury in water by oxidation, purge and trap, and cold vapor atomic fluorescence spectrometry. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology, Engineering and Analysis Division (4303). – Washington, D.C.

10. Эйрих С.С., Швиговски М. Опыт использования атомно-флуоресцентного анализатора «Mercur» для определения низких концентраций ртути в пробах льда и снега // Ртуть. Проблемы геохимии, экологии, аналитики. – М: ИМГРЭ, 2005. – С. 111-114.

11. Eichler A., Tobler L., Eyrikh S., Gramlich G., Malygina N., Papina T., Schwikowski M. Three centuries of Eastern European and Altai lead emissions recorded in a Belukha ice core // Environ. Sci. Technol. – 2012. – 46. – P. 4323-4330.

12. Eichler A., Tobler L., Eyrikh S., Malygina N., Papina T. and Schwikowski M. Ice-Core Based Assessment of Historical Anthropogenic Heavy Metal (Cd, Cu, Sb, Zn) Emissions in the Soviet Union // Environ. Sci. Technol. – 2014. – 48 (5). – P. 2635-2642.

13. Эйрих С.С., Малыгина Н.С., Папина Т.С., Эйхлер А., Тоблер Л., Швиговски М. Оценка современного и ретроспективного уровня содержания свинца в атмосфере Алтая по данным ледникового керна // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: тр. Всероссийской науч. конф. с междунар. участием, посвященной 25-летию юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН: Т. 2. – Барнаул, 2012. – С. 240-246.

14. Фролова Н.С., Эйрих С.С., Папина Т.С., Швиговски М. Пространственно-временная оценка изменения уровня загрязнения атмосферы Алтая ртутью по данным послойного анализа высокогорного ледникового керна горы Белухи // Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – № 2. – С. 229-236.

15. Эйрих С.С., Эйхлер А., Тоблер Л., Малыгина Н.С., Папина Т.С., Швиговски М. Оценка современного и ретроспективного уровня содержания ртути в атмосфере Алтая по данным ледникового керна // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Сб. тр. Второго междунар. симп. – Новосибирск: ИНХ СО РАН. – 2015. – С. 391-395.

16. Ведерников В.В. Кабинетская цветная металлургия Сибири: монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2012. – 186 с.

17. Федоровский Н.М. По горам и пустыням Средней Азии/ М.-Л., 1937. – 184 с.

18. Ведерников В.В. Амальгамация: почему на Алтае в первой трети XIX в. не состоялась альтернатива обычной серебряной плавке? // Современное историческое сибиреведение XVII – начала XX вв. Вып. 2: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2008. – С. 68-77.

19. Mercury fate and transport in the global atmosphere: emissions, measurements and models. – New York: Springer. – 637 p.

20. Schroeder W.H. and Munthe J. Atmospheric mercury – An overview // Atmos. Environ. – 1998. – 32. – P. 809-822.

21. Hylander L.D., Meili M. 500 years of mercury production: global annual inventory by region until 2000 and associated emission // The Science of the Total Environment. – 2003. – 304. – P. 13-27.

References

1. Grushin S.P., Papin D.V., Pozdnyakova O.A., Tyurina Ye.A., Fedoruk A.S., Khavrin S.V. Altay v sisteme metallurgicheskikh provintsy eneolita i bronzovogo veka: monografiya. – Barnaul, Izd-vo Altayskogo universiteta, 2009. – S. 122-133.

2. Bobrov V.V., Kuzminykh S.V., Teneyshvili T.O. Drevnyaya metallurgiya Srednego Yeniseya (lugavskaya kultura). – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 1997. – S. 31.

3. Borodayev V.B., Kontev A.V. Vozniknoveniye rossyskogo serebroplavilnogo proizvodstva na Altaye i osnovaniye goroda Zmeinogorska // *Serebryany venets Rossii*. – Barnaul, 2003. – S. 75-130.
4. Borodayev V.B., Kontev A.V. Istorichesky atlas Altayskogo kraya: kartograficheskiye materialy po istorii Verkhnego Priobya i Priirtyshya (ot antichnosti do nachala XXI v.). – Barnaul: Azbuka, 2007. – S. 69-126.
5. Karpenko Z.G. Gornaya i metallurgicheskaya promyshlennost Zapadnoy Sibiri v 1700-1860 gg. – Novosibirsk, Izd-vo SO RAN SSSR, 1963. – 216 s.
6. Vedernikov V.V. Kabinetskaya tsvetnaya metallurgiya Sibiri v XVIII – nachale XX v.: diss...dokt. istor.nauk. – Barnaul, 2013. – 520 s.
7. Istoriya Altaya v dokumentakh i materialakh. Konets XVII – nachalo XX veka. Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1991. – 190 s.
8. Olivier S., Schwikowski M., Brütsch S., Eyrikh S., Gäggeler H. W., Luthi M., Papina T., Saurer M., Schotterer U., Tobler L., Vogel E. Glaciochemical investigation of an ice core from Belukha glacier, Siberian Altai // *Geophys. Res. Lett.* – 2003. – 30 (19). – 2019.
9. US EPA Method 1631, Revision E, August 2002 Mercury in water by oxidation, purge and trap, and cold vapor atomic fluorescence spectrometry. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology, Engineering and Analysis Division (4303). – Washington, D.C.
10. Eyrikh S.S., Shvikovski M. Opyt ispolzovaniya atomno-fluorescentnogo analizatora «Mercur» dlya opredeleniya nizkikh kontsentratsiy rtuti v probakh l'da i snega // *Rtut. Problemy geokhimii, ekologii, analitiki*. – M: IMGRE, 2005. – S. 111-114.
11. Eichler A., Tobler L., Eyrikh S., Gramlich G., Malygina N., Papina T., Schwikowski M. Three centuries of Eastern European and Altai lead emissions recorded in a Belukha ice core // *Environ. Sci. Technol.* – 2012. – 46. – P. 4323-4330.
12. Eichler A., Tobler L., Eyrikh S., Malygina N., Papina T. and Schwikowski M. Ice-Core Based Assessment of Historical Anthropogenic Heavy Metal (Cd, Cu, Sb, Zn) Emissions in the Soviet Union // *Environ. Sci. Technol.* – 2014. – 48 (5). – P. 2635-2642.
13. Eyrikh S.S., Malygina N.S., Papina T.S., Eykhler A., Tobler L., Shvikovski M. Otsenka sovremennogo i retrospektivnogo urovnya sodержaniya svintsa v atmosfere Altaya po dannym lednikovogo kerna // *Vodnye i ekologicheskiye problemy Sibiri i Tsentralnoy Azii: tr. Vserossyskoy nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashchennoy 25-letnemu yubileyu Instituta vodnykh i ekologicheskikh problem SO RAN: T. 2.* – Barnaul, 2012. – S. 240-246.
14. Frolova N.S., Eyrikh S.S., Papina T.S., Shvikovski M. Prostranstvenno-vremennaya otsenka izmeneniya urovnya zagryazneniya atmosfery Altaya rtutyu po dannym posloynnogo analiza vysokogornogo lednikovogo kerna gory Belukhi // *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*. – 2008. – № 2. – С. 229-236.
15. Eyrikh S.S., Eykhler A., Tobler L., Malygina N.S., Papina T.S., Shvikovski M. Otsenka sovremennogo i retrospektivnogo urovnya sodержaniya rtuti v atmosfere Altaya po dannym lednikovogo kerna // *Rtut v biosfere: ekologo-geokhimicheskiye aspekty. Sb. tr. Vtorogo mezhdunar. simp.* – Novosibirsk: INKh SO RAN. – 2015. – S. 391-395.
16. Vedernikov V.V. Kabinetskaya tsvetnaya metallurgiya Sibiri: monografiya. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2012. – 186 s.
17. Fedorovsky N.M. Po goram i pustynyam Sredney Azii/ M.-L., 1937. – 184 s.
18. Vedernikov V.V. Amalgamatsiya: pochemu na Altaye v pervoy treti XIX v. ne sostoyalas alternativa obychnoy serebryanoy plavke? // *Sovremennoye istoricheskoye sibirvedeniye XVII – nachala XX vv. Vyp. 2: sb. nauch. tr.* – Barnaul: Azbuka, 2008. – С. 68-77.
19. Mercury fate and transport in the global atmosphere: emissions, measurements and models. – New York: Springer. – 637 p.

20. Schroeder W.H. and Munthe J. Atmospheric mercury – An overview // Atmos. Environ. – 1998. – 32. – P. 809-822.

21. Hylander L.D., Meili M. 500 years of mercury production: global annual inventory by region until 2000 and associated emission // The Science of the Total Environment. – 2003. – 304. – P. 13-27.

REFLECTION OF MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY

HISTORY OF ALTAI IN XVIII-XIX CENTURES

IN THE BELUKHA GLACIER ICE CORE

S.S. Eyrikh¹, A. Eichler², L. Tobler², M. Schwikovsky-Gigar²

¹Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: stella@iwep.ru

²Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland

Atmospheric contents of metals in the period from 1700 to 1900 are representing on the basis of their concentration data of the Belukha ice core. The documented concentration profiles of metals in the ice core show both short-term events (volcanic emission, dust input, etc.) and prolonged atmospheric emissions. It has shown that the concentrations of most of studied metals (for example, lead, copper, zinc, antimony, and silver) related to the history of emission from regional mining and metallurgical industry, but mercury concentrations associated with both regional and global emissions. In the case of mercury concentrations in the ice core increased from 1740 to 1850 due to the contribution of the regional component, since 1850 regional contribution decreased and the global one increased, and after 1880 mercury concentrations reflected in a greater extent changes in the global atmospheric background.

Keywords: ice core, glacier, metals, mercury, regional and global emissions, mining and metallurgical industry, Belukha Mountain, Rudny Altai.

Received December 1, 2016

КРАЕВЕДЕНИЕ ♦ STUDY OF LOCAL LORE

УСТЬ-ЧАГЫРСКИЕ ПЕЩЕРЫ

В.К. Вистингаузен

Алтайское краевое отделение РГО

Группа Усть-Чагырских пещер расположена на левом берегу р. Чарыш, в основном выше по течению от устья его левого притока, р. Чагырки, в окрестностях с. Усть-Чагырка Краснощековского района Алтайского края (рис. 1). В спелеологическом отношении они относятся к левобережному подучастку Чарышско-Чагырского карстового участка. Надо заметить, что Чагырскими, или Усть-Чагырскими, также в прошлом называли несколько пещер на правом берегу Чарыша, расположенных напротив с. Усть-Чагырка или ниже его по течению [1]. Вообще спелеотопонимика участка довольно запутана.

Для окрестностей с. Усть-Чагырки характерен низкогорный рельеф, резко расчлененный, с остатками древней поверхности выравнивания. Местами водоразделы имеют вид гребней с крутизной склонов 30-35°, при общей крутизне склонов 15-18°. В бортах долин обычны выходы скал. Прибрежные вершины достигают 600 м, к югу от реки повышаются до 750 м. Растительность склонов имеет степной характер, в пойме реки растут ива и тополь.

Долина Чарыша резко и глубоко врезана до отметки 340 м и имеет «ящикообразный» профиль. Долины мелких притоков Чарыша также сильно врезаны, но в отличие от крупных, они имеют V-образный профиль. В долине Чарыша обычно выделяются шесть террас, их высотные отметки составляют: I – 3 м, II – 5 м, III – 8-12 м, IV – 35 м, V – 50 м, VI – 70-80 м. Четыре нижние террасы сложены аллювием (суглинки, супеси, пески, галечник), причем IV терраса имеет коренной цоколь. Две верхние террасы – эрозионные, на поверхно-

сти которых встречаются единичные окатанные гальки. Аллювий, прикрытый делювием, имеется только в тыловой части этих террас. Некоторые исследователи выделяют еще одну террасу с уровнем 20-25 м [2].

В строении участка левого берега Чарыша в районе г. Рудничной принимают участие породы, традиционно относимые к лудловскому ярусу верхнего силура (чагырская свита), лландоверскому и венлокскому ярусу нижнего силура (чинетинская свита) и ханхаринской свиты среднего-верхнего ордовика. К настоящему времени схема расчленения силура Алтая пересмотрена, и чагырскую свиту относят теперь к верхам венлокского яруса нижнего силура. Ее слагают мелкозернистые массивные, реже слоистые, органогенно-обломочные и рифогенные серые, темно-серые и белые известняки с редкими маломощными прослоями известковистых сланцев. Большинство пещер Средне-Чарышского карстового района заложены в известняках этой свиты. Площадь выходов известняков, примыкающих к долине Чарыша на его левом берегу, не превышает 4-5 км². Массив известняков, залегающий в стороне от долины Чарыша, на правом берегу р. Чагырки имеет площадь около 25 км².

Первые сведения о карсте данной территории связаны с горными работами XIX в. Близ вершины горы Рудничной, находящейся между притоками Чарыша, Чагыркой и Тыковкой, издали заметна одинокая береза, рядом с которой виднеется холм серо-бурой породы. Это отвал Ново-Чагырского рудника, маркирующий устье находящейся рядом шахты. Ново-Чагырское полиметаллическое месторождение было открыто

партией под начальством унтершихт-мейстера Пылкова. Работы на руднике велись с 1827 по 1844 гг. Горные выработки состояли из наклонной Дмитриевской шахты и уступообразных гизенгов общей глубиной 170 м. К горизонту (66 м) подводилась штольня длиной 180 м. Работы на руднике были прекращены из-за сильного притока воды, причем в шахте осталась много не вынутой на поверхность руды. [3] В середине 1950-х гг. состоялась ревизия рудника и выемка остатков руды. После окончания работ шахта была взорвана несколько выше ее соединения со штольней, а вход в штольню завален.

Своеобразие Ново-Чагырского месторождения было отмечено еще профессором Московского университета Г.И. Щуровским, совершившим в 1844 г. поездку в Алтайский Горный округ. Указав на наличие пещер в окрестных известняковых горах, он высказал мнение, что и Ново-Чагырский рудник представляет собой пещеру, наполнившуюся минералами. При проведении горных работ внутри рудной залежи была вскрыта полость размерами 6 x 2 x 2 м со сталактитами и сталагмитами [4].

Спустя почти 80 лет Г.И. Щуровского поддержал геолог И.Ф. Григорьев, обследовавший в 1920-х гг. Чагырские рудники. Вот что он писал: «... формы размыва в виде узких, почти вертикальных труб характерны не только для рудной залежи.

У берега р. Чарыш, в той же... сопке, где располагается Ново-Чагырский рудник, находится пещера, имеющая форму такой направленной вверх трубы, размытой проточными водами и наполненная вдоль извилин своего пути речными гальками». Далее автор уточняет, что полость вышележащего рудника сформирована циркуляцией горячих восходящих вод, следовавших за интрузией порфира. Этими же водами отложена и сама рудная залежь [5, с. 57-58].

В начале XX в. появились сообщения, что в рудных образцах из Ново-Чагырского рудника обнаружен радиоактивный минерал торбернит [6]. Это сообщение И.Ф. Григорьев дезавуировал, но ошибочно, вероятно. Рудник, в целом, неплохо сохранился. Но шахту и штольню в настоящее время разделяет завал, мощностью около 20 м. Грунт завала у входа в штольню со временем осел, и сейчас в нее можно проникнуть.

В 1969 г. сохранившуюся часть шахты (глубина 40 м) обследовал Карстовый отряд ЗСГЭ. В затененной ее части тогда находился мощный снежно-ледовый язык, спускавшийся до самого завала [2]. В 1984 г. члены отряда «Алтай-ЭКО», организованного Алтайским отделом Географического общества, в шахте уже не обнаружили снега и льда. Вероятная причина в том, что вход в штольню к этому времени открылся [7]. В 1989 г. группа спелеологов новосибирского клуба «Каскад» (руководитель Г. Максимов) спустились из штольни по нескольким отвесам (наибольший – 45 м) в нижнюю часть рудника, на глубину 110 м от входа в штольню. Опасность спуска усугубляли ветхие остатки деревянных шахтных конструкций (вероятно, с середины 1950-х гг.). В нижней части рудника новосибирцы отмечали два вида летучих мышей [8-9]. В 2000-2001 гг. зоологи Алтайского университета наблюдали в штольне рудника зимовку летучих мышей трех видов: остроухая ночница, водяная ночница и прудовая ночница [10]. В настоящее

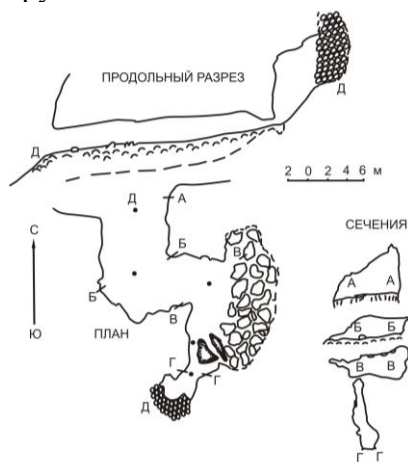


Рис. 1. Карта-схема пещеры Рудничной (план, разрез), 1969 г.

Составители: В.К. Вистингаузен, А. Губарь.

время штольня рудника эпизодически используется как экскурсионный объект. В месте перехода штольни в нижнюю уступообразную часть шахты во избежание падения посетителей установлена решетчатая перегородка.

Следует отметить, что распространенное название Новочагырская пещера-рудник неудачно, а относить объект к формам рудного карста в принципе неверно, так как он таковым не является (хотя в рудной залежи явления рудного карста отмечались). Облик древней гидротермокарстовой полости, явившейся вместилищем полиметаллических руд, настолько изменен горными работами, что от пещеры фактически ничего не осталось. Это именно рудник, причем типичный по своему строению для алтайских горных выработок XVIII – первой половины XIX в. Общая протяженность выработок рудника – 350 м, его сводный план опубликован [9].

Ниже рудника, в нижней части Рудничной горы, в эффектной скальном обнажении известняков находится вход в пещеру, упоминаемую в работе И.Ф. Григорьева и впоследствии получившую название Рудничной. Он заложен в обрыве цоколя 4-й (предположительно) надпойменной террасы, на высоте 40 м над руслом р. Чарыш. Ширина открытого на реку входа – 6,5 м, высота – 5 м. От входа вглубь горы с небольшим наклоном вверх идет коленчатая галерея. Пещера заканчивается расширением с возвышением свода. Оно частично заполнено обширным глыбовым навалом с внутренними лазами, по которым можно подняться и вверх. Юго-западное ответвление этого грота имеет вид идущей вверх трубы. Ее юго-западная и южная стены сложена галечником, цементированным известковистым песчаником. Это, а также наличие глыбового навала вызвало встречающиеся в литературе утверждения, что пещера является примером карста в конгломератах. Это неверно, так как пещера заложена в известняках, и глыбы на-

вала тоже известняковые. Стена из цементированного галечника допускает разные толкования. И.Ф. Григорьев считал ее речным аллювием.

Впервые о пещере упоминает Г.Н. Потанин в 1859 г. [11, с. 66-67]. Он писал, что местные жители считают, что пещера обладает «чудесными свойствами». В 1948 г. Чагырская пещера «в районе с. Старая Чагырка» дважды упоминается в предварительных списках памятников истории и археологии Алтайского края [3, 12]. Определить, о какой пещере идет речь, невозможно, т.к. пещер на этой территории несколько. В 1951 г. пещера изучалась К.П. Черняевой [13], а так же М.Ф. Розеном [14-16], который первый опубликовал сведения о ней. Он полагал, что пещера была обитаема древним человеком [15]. По устному сообщению К.П. Черняевой, проводившей радиометрическую съемку в пещерах, для пещеры Рудничной был зафиксирован повышенный радиоактивный фон. В других обследованных ей пещерах такого явления обнаружено не было. К.П. Черняева объясняет это водами, просачивавшимися из Ново-Чагырского рудника, полиметаллические руды которого были радиоактивны.

В 1969 г. пещера обследована Карстовым отрядом ЗСГЭ. По результатам съемки ее длина – 40 м, площадь – 130 м², объем – 280 м³ [2, рис. 2]. К пещере от Усть-Чагырки вела хорошо натоптанная тропа. Из бесед с жителями села было выяснено, что они регулярно ее посещали по определенным датам, в частности, на пасху. Вероятно, имела место какая-то форма почитания пещеры, следы которого сохраняются и сейчас. В отчете отряда пещера была названа Заячьей (из входа на острове Чарыша наблюдались жирующие зайцы). В дальнейшем при подготовке сводки пещер Алтая она получила название Рудничная (Ново-Чагырская) [17]. В 1984 г. пещера обследовалась отрядом Алтай-ЭКО, занимавшимся выявлением объектов

Краснощековского района, претендующих на статус памятников природы [9]. В 1998 г. она получила этот статус [12]. В 1998-2000 гг. зоологической экспедицией Алтайского госуниверситета в пещере наблюдались рукокрылые пяти видов: водяная (восточная), прудовая и остроухая ночницы, рыжая вечерница, двухцветный кожан. В дальнейшем здесь отмечались еще обыкновенный ушан (ушан Огнева), а также длиннохвостая ночница, обнаруженная в Алтайском крае впервые [10].

В 2007 г. археологи С.В. Маркин и А.Л. Кунгуров выявили в пещере палеолитический культурный слой, хорошо охарактеризованный фаунистически. По их заключению он датируется средним палеолитом. В дальнейшем здесь были найдены фрагменты скелетов нескольких неандертальцев, в том числе половинка нижней челюсти. В настоящее время раскопки в пещере возглавляет К.А. Колобова. В археологических публикациях она получила название Чагырской [18-29].

Другая примечательная пещера в окрестностях Усть-Чагырки носит название Ледяная Катушка. Вход в пещеру находится на левом борту р. Чарыш, на северо-западном склоне безымянной горы с высотной отметкой 511,1 м в 0,4 км на юз от г. Рудничной. Абсолютная высота – 405, превышение над р. Чарыш – около 70 м. Пещера заложена в коралловых (рифовых) известняках чагырской свиты, содержащих фауну брахиород. Она имеет два расположенных рядом входа в виде вертикальных колодцев, заложенных по тектоническим трещинам субмеридионального направления, моделированных нивально-коррозионными и гравитационными процессами. Восточный (I) вход имеет вид расщелины, его длина – 8 м; ширина – до 2 м, глубина – 2,5 м. Западный (II) вход более расширен коррозией и обрушением, по форме он близок к овалу 9х5 м, имеет глубину до 4,5 м. Входы соединяются узким лазом. Под западной стенкой западного входа начинается

слабо наклонная нисходящая галерея протяженностью 60 м. Она идет в общем направлении на запад, но в средней части образует петлеобразный изгиб в южном направлении. Ширина галереи от 0,8 до 6 м, высота – от 0,6 до 2,5 м. Наиболее узкой и низкой частью является место изгиба. Общая протяженность пещеры – 90 м, глубина – 15 м, площадь – 280 м², объем – 470 м³.

Отложения пещеры разнообразны. Часть дна западного колодца имеет почвенно-растительный слой. Снег, попадающий в этот колодец зимой, способствует накоплению льда в прилегающей к нему части галереи, в результате чего в ней образовалась ледяная катушка, протяженностью около 10 м с углом наклона до 15°. Ниже катушки пол покрыт мелкоземом со щебнем. Затем после 10-метрового участка выхода коренной породы пол покрыт слоем паттума с глыбами известняка. Заканчивается галерея отложениями слоистых глин, предположительно связанных с таянием ледника. На стенах пещеры имеются сростки кристаллов кальцита и (предположительно) арагонита, а также кальцитовые коры и гребешки. В пещере наблюдались рукокрылые: водяная и прудовая ночницы, а также северный кожан. Температура в глубине пещеры колеблется от 4 до 7° С [10].

Пещера давно известна местным жителям, и в середине 1960-х гг. посещалась подростками и молодежью с. Усть-Чагырка. Ими была закреплена проволока для облегчения спуска и подъема по ледяной катушке (отсюда ее название). Пещера исследовалась спелеологами Томского университета (1966-1967) и геологами (1969) Карстового отряда ЗСГУ [2, рис. 3; 30]. В 1967 г. томскими спелеологами здесь были проведены первые для пещер Алтая круглосуточные метеорологические наблюдения (данные не опубликованы). В 2008 г. пещеру посетили участники краевой спелеологической экспедиции, при этом выяснилось, что уровень льда в ней повысился, полностью закрыв вход в верхней части катушки.

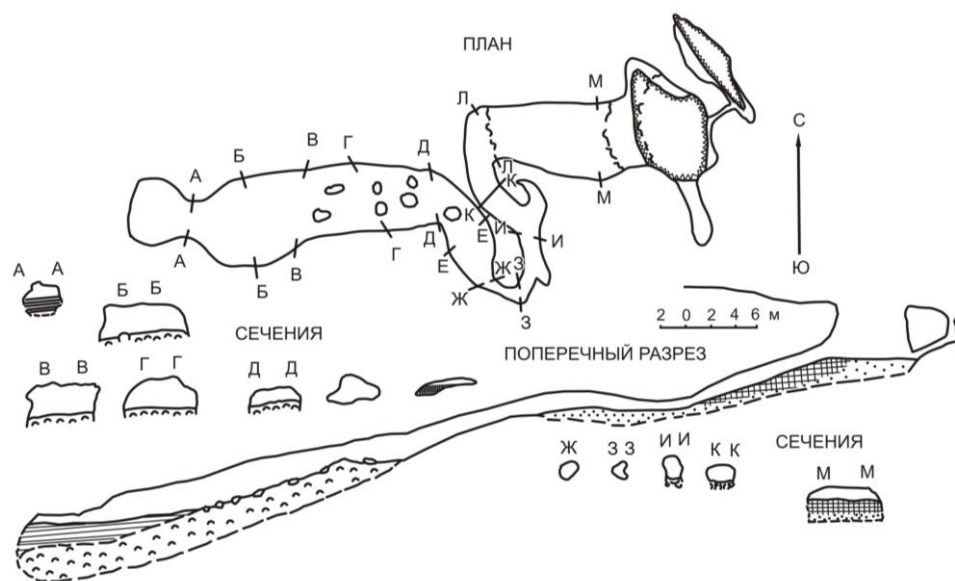


Рис. 2. Карта-схема пещеры Ледяная катушка (план, разрез), 1969 г.
Составители: В.К. Вистингаузен, Л. Адгина, А. Губарь.

В 2 км на в-св от Ново-Чагырского рудника располагается Старо-Чагырский рудник, открытый в 1743 г. толмачом Текутьевым. На острове, напротив рудника, находилась охранявшая его крепость. Добыча руды на руднике велась с 1747 по 1762 гг. Горная выработка состояла из наклонной шахты глубиной 130 м и штольни к горизонту 47 м. Кроме того, на поверхности были три шурфа и один разрез, а также начата еще одна штольня. В 1776 и 1781-1783 гг. попытки добычи возобновлялись. С прекращением работ шахта обвалилась. В 1822-1824 гг. работ снова пытались возобновить, при этом шахта была расчищена до глубины 17 м [3, с. 275-276]. По устным сведениям старожилов, какие-то работы на руднике велись и в XX в., причем в штольне были рельсы для вагонеток. В настоящее время сохранилась часть штольни, длиной около 50 м, в дальнем конце которой есть остатки деревянного настила. Остатки шахты имеют вид ямы с обрушившимися краями, глубиной около 10 м. До уровня поймы идут несколько горизонтов отвалов. Зимуют ли в штольне летучие мыши неизвестно.

Все четыре описанных выше объекта были в 1980-1990-е гг. предложены к включению в число памятников природы Алтайского края [7, 31-32], и с 1998 по 2009 гг. были таковыми [12, 33]. Но в новый список памятников они включены не были, как находящиеся на территории Чинетинского заказника, что было сочтено достаточной формой охраны.

Кроме описанного выше комплекса карстовых и антропогенных пещер в Усть-Чагырскую группу входят еще несколько недостаточно изученных объектов. На картах К.П. Черняевой, составленных по результатам ее исследований в 1951 г. [34-35] нанесено еще 10 пещер. На левом берегу р. Чагырки, в 2 км от ее устья на юго-запад отмечена пещера № 60, в 1 км от пещеры Рудничной – пещера № 95, выше ее по Чарышу – три пещеры (№№ 93, 94 и 36, на правом берегу р. Тыковки). Еще две пещеры показаны на правом берегу руч. Бабкиного, впадающего в Чарыш в 2 км выше Тыковки. Эти две отметки стоят уже за пределами распространения пород чагырской свиты. После 1951 г. все семь пещер никем не изучались. Эти объекты также сложно вычленивать из перечня пещер Алтая, составленного К.П. Черняевой и включенного в общую сводку [17].

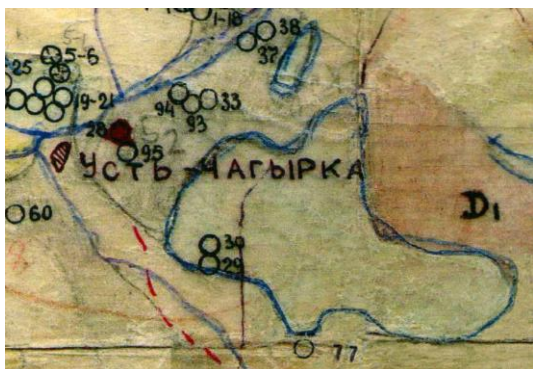


Рис. 3. Карта-схема расположения пещер по рекам Чарыш, Иня и Чагырка
Составила К.П. Черняева

В перечне значатся Левобережная Чарышская (длина 13 м) и Тыковская (7 м), но каким номерам на карте они соответствуют – не ясно.

В 1969 г. члены карстового отряда видели в скалах левого берега Чарыша, выше пещеры Рудничной, труднодоступное отверстие, которое, однако, не сопоставимо ни с одной из отметок на карте К.П. Черняевой. Существует также местная легенда, записанная А.Л. Кунгуровым, что когда уровень Чарыша сильно понижается, то откры-

вается вход в большую береговую пещеру, в которую можно заплывать. Легенда эта, вероятно, является вымыслом, так как между селами Усть-Пустынка и Усть-Чагырка скалы левого берега нигде не обрываются в воду, везде имеется полоса поймы.

На правых притоках р. Чагырки К.П. Черняева отмечает три пещеры: две (№ 29 и № 30) расположены на руч. Каменушка, близ впадения в него лога Сухоустье. В списке К.П. Черняевой им соответствуют пещеры Каменушкинская-1 (22 м), и Каменушкинская-2 (6 м). Большая из них одно время ошибочно отождествлялась с пещерой Большой Каменской, объявленной памятником природы [10, 32, 36]. Подлинная Большая Каменская была вновь найдена только в 2015 г. за пределами рассматриваемой территории [37]. Еще одна пещера (4 м) находится в логу, что выше по течению Чагырки, также носящим название Сухоустье. Эти пещеры располагаются на южной границе большого массива известняков, остающегося не исследованным.

Список литературы

1. Вистингаузен В.К. Проблема Чарышских костеносных пещер // Краеведческие записки. Вып. 4. – Барнаул, 2001. – С. 142-154.
2. 12. Губарь А.К., Шарихина Г.П., Вистингаузен В.К. Отчет Карстового отряда ЗСГЭ по работам 1969-1970 гг. по изучению пещер на территории деятельности ЗСГУ (рукопись, пос. Елань, 1971) // Фонды ЗСГУ, Новокузнецк.
3. Митропольский Б.С., Паренаго Н.К. Полиметаллические месторождения Алтая и Салаира. – Новосибирск, 1931. – 462 с.
4. Щуровский Г.И. Геологическое путешествие по Алтаю. – М., 1846. – 426 с.
5. Григорьев И.Ф. Лазурские и Чагирские рудники на Алтае. – Л., 1928. – 68 с.
6. Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период четвертый (1889-1917). – М.-Л., 1937. – С. 523-524.
7. Отчет экспедиционного студенческого отряда Алтай-ЭКО за 1984 г. (рукопись, Барнаул, 1984) // Фонды Алтайского отдела Географического общества.
8. Максимов Г.М., Пешков С.М. Крупнейшие пещеры и шахты Алтая // Свет (Симферополь). – 1993. – № 4 (10). – С. 13.
9. Максимов Г.М., Иванченко В.Г. Новочагырская пещера-рудник как памятник горного дела // Сохранение и изучение культурного наследия Алтайского края: матер. научно-практ. конф. Вып. 5. Ч. 1. – Барнаул, 1995. – С. 210-213.
10. Инвентаризация памятников природы Краснощековского района (рукопись) // Архив Института водных и экологических проблем СО РАН; фонды Управления при-

родных ресурсов и охраны окружающей среды Алтайского края. – Барнаул, 2007. – С. 69-71, 91-99, 231.

11. Потанин Г.Н. Полгода на Алтае // Русское слово. – 1859. – Сб. 9. – С. 61-134.

12. Перечень памятников природы краевого значения: приложение к Постановлению Администрации Алтайского края «О памятниках природы краевого значения на территории Алтайского края» от 13.04. 1998 г.

13. Черняева К.П., Артемьева Е.Л. Карстовые явления в бассейнах среднего течения рек Чарыша и Ануя. (рукопись, Новосибирск, 1954) // Фонды ЗСГУ, Новокузнецк.

14. Розен М.Ф. Пещеры (рукопись) // Бийский краеведческий музей. Основной фонд, оф. № 10761/23.

15. Розен М.Ф. Древние стоянки человека в пещерах Алтая // Природа. – 1954. – № 2. – С. 112-114.

16. Розен М.Ф. Путевые заметки 1951 г. Западный Алтай // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1993. – Вып. 19. – С. 152-162.

17. Каталог пещер и простых гротов (приложение) // Р.А. Цыкин, Ж.Л. Цыкина, К.П. Черняева. Пещеры Алтае-Саянской горной области. – Красноярск, 1979. – С. 144-160. – ВИНТИ. Деп.№1875-79.

18. Васильев С.К. Остатки териофауны из пещеры Чагырской (Северо-Западный Алтай) по материалам раскопок в 2007-2008 гг. // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. годовой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2009. – Т. 15. – С. 50-54.

19. Васильев С.К. Новые данные по остаткам мегафауны Чагырской пещеры (северо-западный Алтай) // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. годовой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2013. – Т. 19. – С. 20-36.

20. Васильев С.К. Фауна крупных млекопитающих из плейстоценовых отложений Чагырской пещеры (Северо-Западный Алтай) по материалам раскопок 2007-2011 гг. // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2013. – № 1 (53). – С. 28-44.

21. Деревянко А.П., Маркин С.В., Зыкин В.С. Новый объект среднего палеолита на Алтае // Древнейшие миграции человека в Евразии: матер. Междунар. симп. (6-12 сентября 2009 г., Махачкала). – Новосибирск, 2009. – С. 101-107.

22. Деревянко А.П., Маркин С.В., Зыкин В.С., Кунгуров А.Л. Пещера Чагырская – новая стоянка среднего палеолита северо-западного Алтая // Роль естественно-научных методов в археологических исследованиях. – Барнаул, 2009. – С. 275-278.

23. Деревянко А.П., Маркин С.В., Зыкина В.С., Зыкин В.С. Чагырская пещера: исследования 2009 г. // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. годовой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2009. – Т. 15. – С. 129-132.

24. Деревянко А.П., Маркин С.В., Зыкина В.С., Зыкин В.С., Антипов А.С., Кунгуров А.Л. Комплексные исследования Чагырской пещеры (объект среднего палеолита Алтая) в 2010 г. // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. годовой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2010. – Т. 16. – С. 79-82.

25. Деревянко А.П., Зыкин В.С., Зыкина В.С., Маркин С.В. Строение и история развития долины р. Чарыш в районе Чагырской пещеры // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. итоговой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2010. – Т. 16. – С. 63-66.

26. Деревянко А.П., Маркин С.В., Зыкин В.С., Зыкина В.С., Зажигин В.С., Сизикова О.А., Солотчева Э.И., Смолянинова Л.Г., Антипина А.С. Чагырская пещера – стоян-

ка среднего палеолита Алтая // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2013. – № 1 (53). – С. 2-27.

27. Деревянко А.П., Маркин С.В., Кулик Н.А., Колобова К.А., Рыбин Е.П. Эксплуатация каменного сырья в комплексах Чагырской пещеры (Горный Алтай) // Теория и практика археологических исследований. – 2015. – № 2 (12). – С. 17-28.

28. Кулик Н.А., Маркин С.В. Петрографическая характеристика среднепалеолитических индустрий из Чагырской пещеры // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. годовой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2009. – Т. 15. – С. 151-157.

29. Кулик Н.А., Маркин С.В. К вопросу о петрографическом составе среднепалеолитической индустрии слоя бв/1 Чагырской пещеры (по материалам 2008 г.) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: матер. итоговой сессии ИАЭТ СО РАН. – Новосибирск, 2010. – Т. 16. – С. 111-116.

30. Отчет о работах томских спелеологов на Западном Алтае в 1966-1967 гг. (рукопись, Томск, 1968) // Архив центральной секции спелеологии при ЦС по туризму и экскурсиям (Москва).

31. Лапо А.В., Авров Д.П., Вдовец М.С., Пашкевич Н.Г. Кадастр и карта геологических памятников природы Алтайского края. Отчет ВСЕГЕИ (рукопись). – СПб, 1993. – 177 с.

32. Уникальные природные объекты предгорий Алтайского края. – Барнаул, 1995. – 45 с.

33. Красная книга Алтайского края. Т. 3. Особо охраняемые природные территории. – Барнаул, 2002. – 337 с.

34. Черняева К.П., Шарикина Г.П. Пещеры в районе среднего течения рек Чарыша и Ануя (м-б 1:200000, 1967-19680 // Личный архив В.К. Вистингаузена.

35. Черняева К.П. Карта-схема расположения пещер по рекам Чарыш, Иня, Чагырка (м-б 1:100000) // Личный архив В.К. Вистингаузена.

36. Рудая Н.А. Природные условия времени заселения древним человеком Чагырской пещеры // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2013. – № 1 (53). – С. 45-54.

37. Горбатова О.Н., Иванченко В.Г., Вистингаузен В.К. Пещеры Верхне-Чагырского карстового участка. Карст водораздела Яровки и Громатухи // Изв. Алт. отд-я РГО. – 2015. – № 4 (39). – С. 68-71.

ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ САПОЖНИКОВ –

УЧЕНЫЙ И ПУТЕШЕСТВЕННИК:

К 155-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

А.А. Позняков

Алтайский государственный колледж культуры и искусства, г. Барнаул

Василий Васильевич Сапожников – российский ботаник, географ и путешественник, его имя хорошо известно в ученых кругах. Он родился в Перми 9 декабря 1861 г. в семье учителя. В 1880 г. окончил Пермскую гимназию, в 1884 г. – естественное отделение физико-математического факультета Московского университета, был учеником Климента Аркадьевича Тимирязева. С 1890 г. В.В. Сапожников работал в Московском университете, в 1891-1892 гг. – в Германии и Швейцарии, с 1893 г. преподавал в Томском университете, а позже стал его ректором.

В 1895 г. В.В. Сапожников начал исследования Русского Алтая и продолжил их в течение 1897-1899 гг. До него в алтайском высокогорье были только К. Ледебур (1826), Г.Ф. Геблер (1835) и Н.М. Ядринцев (1890), которые лишь издали видели Катунский и Берельский ледники. Василий Васильевич, исследуя Горный Алтай, открыл три ледниковых центра и ряд крупных ледников, он впервые установил значительное распространение древнего оледенения, определил высоту горы Белухи и других вершин Катунских и Чуйских Альп. В.В. Сапожников первым взойшел на седло Белухи.



Василий Васильевич Сапожников (1891-1924)

Известные путешественники И.В. Мушкетов и Ю.М. Шокальский рекомендовали молодого профессора Томского университета, доктора ботаники В.В. Сапожникова в члены Русского Географического общества как исследователя ледников Алтая, и 11 февраля 1898 г. он был единогласно избран действительным членом РГО. К этому времени Василий Васильевич опубликовал свой первый географический труд «По Алтаю (по путешествию 1895 г.)» и был награжден серебряной медалью РГО за сообщение о новых ледниках Алтая, открытых им в 1895 и 1897 гг. [1]. На основании своих исследований он составил систематизированное описание Горного Алтая, которое изложено в двух книгах – «По Алтаю» и «Катунь и ее истоки» (1910), написал путеводитель «Пути по русскому Алтаю» (1912). Как завет для последователей изучения Алтая Василий Васильевич оставил замечательные слова: «Быть в Алтае только туристом – слишком роскошно для туриста и слишком мало для Алтая» [2].

Исследование Монгольского Алтая, проведенные в 1905-1909 гг. позволили В.В. Сапожникову открыть крупнейший центр оледенения Табын-Богдо-Ола, что в переводе на русский означает пять священных вершин (плато Укок). Это большое количество крупных ледников. Об этих исследованиях Э.М. Мурзаев написал, что именно В.В. Сапожникову наука обязана первыми достоверными данными о современном и былом оледенении (Монгольского Алтая), а также географией горного узла Табын-Богдо, и что книга «Монгольский Алтай» до

сих пор представляет ценный и наиболее полный труд по Западной части Монгольского Алтая [3]. В.В. Сапожников за 8 лет работы в Русском и Монгольском Алтае сделал столько же крупных географических открытий, как и крупнейшие экспедиции в Центральной Азии.

За свой последний капитальный труд «Монгольский Алтай в его истоках Иртыша и Кабдо» профессор В.В. Сапожников был избран почетным членом берлинского Географического общества. А в 1916 г. в Петербурге проходил международный географический конгресс, бюро которого поручает В.В. Сапожникову руководство экскурсией через Алтай для иностранцев. На что Василий Васильевич изъявил свое согласие стать во главе предполагаемой экспедиции.

Свои научные труды В.В. Сапожников иллюстрировал фотоснимками, выполненными в сложных условиях экспедиционной работы. Фотография была им принята как основной метод документации географических открытий. Снимки с точностью демонстрировали разнообразные ландшафты, этнографические и экономические особенности изучаемых территорий. Об использовании фотографии В.В. Сапожников писал: «В течение всего путешествия я довольно широко пользовался фотографическим аппаратом – этим для путешественника незаменимым орудием. Не говоря уже о том, что при помощи фотографии наглядно передается характер природы в описании, но и для самого автора значительно облегчается процесс передачи виденного; иногда даже на фотографии потом случалось увидеть какую-нибудь подробность, упущенную при непосредственном, нередко спешном, осмотре» [4].

В 1897 г. в Томске вышел из печати дневник путешествия В.В. Сапожникова «По Алтаю» с сорока фотоиллюстрациями. Это было первое насыщенное фотографиями научное издание, посвя-

щенное Алтаю. Русские ученые и круг людей, интересующихся географией, впервые увидели достоверные снимки местности далекого Алтая. Академик В.В. Обручев, редактируя книгу «По Алтаю», писал: «Фотографии в книгах В.В. Сапожникова составляют неотъемлемую часть текста, являясь документальным, а не только иллюстративным материалом, и переплетаются с описанием пути». Серия алтайских фотографий была очень хорошо встречена в среде географов. Снимки были помещены в журналах, сопровождали статьи автора или заметки о его путешествиях. По приглашению Русского фотографического общества в 1896 г. В.В. Сапожников показал свои ландшафты на выставке фотографий в Москве. Лучшие работы «Телецкое озеро», «Золотая пора» и др. оценивались как большая удача русской пейзажной фотографии.

С теплотой о В.В. Сапожникове отзывается и историк фотографии С.А. Морозов: «ботаник, ученик Тимирязева в совершенстве владел фотографической техникой. У Сапожникова был дар художника... Он сам проявлял негативы и печатал снимки. Зимой несмотря на занятость не жалел времени на расцветку диапозитивов от руки прозрачными красками. Фотограф-ученый достигал исключительной тонкости в передаче полутонов. Его публичные лекции и доклады, сопровождающиеся диапозитивами, собирали всегда большую аудиторию» [5].

Фотоархив В.В. Сапожникова составлял тысячи снимков: знаменитые алтайские вершины, «белки», панорамы ледников, виды долин, горных рек Катунь, Бухтармы и др. Среди снимков виды горных озер, перевалы и горные тропы, морены и горячие источники, водопады и тихие уголки заповедных чащ, лесные массивы и крупным планом снятые экземпляры алтайской флоры, улицы поселков и групповые фотографии жителей Алтая.

В.В. Сапожников, возвращаясь из первого путешествия по Алтаю, был проездом в Барнауле, 24 августа 1895 г. он посетил барнаульский краеведческий музей, о чем свидетельствует автограф в книге почетных посетителей «Собственноручно подписи особ, почтивших посещением своих барнаульский музей». А позже он был постоянным гостем Барнаула, выступал с лекциями, сопровождая их показом слайдов. Ученый дарил краеведческому музею свои снимки, пополняя его фонды.

Газета «Жизнь Алтая» за 24 апреля 1911 г. писала, что профессор В.В. Сапожников, заканчивая выступление в Барнаульском общественном собрании 21 апреля, обратился к аудитории со следующими словами: «И я не могу не вспомнить, что в этом году исполнилось 15 лет с того времени, как я впервые в Барнауле представил аудитории результаты своих первых робких шагов в изучении Алтая. У нас и у меня лично, существует связь с барнаульской аудиторией. Мне лестно то внимание, которое вы уделили мне в течение трех дней. Общий интерес привел сюда и вас, и меня. У нас создалось общее дело, общий интерес – вопросы науки, вопросы патриотизма. У нас создалось бескорыстное отношение, бескорыстный интерес. Надеюсь, встретимся с вами еще раз» [6].

В «Отчете Совета общества любителей исследования Алтая» за 1903 г. опубликовано предложение Н.Я. Овчинникова, что при музее необходимо составить коллекцию фотографических снимков, относящихся к Алтайскому округу. В основу этой коллекции положен принцип самого широкого сосредоточения всевозможных фотографий в музее. Даже если некоторые из них в отдельности казались незначительными, то в массе они являлись очень интересным и ценным материалом. От имени Совета были разосланы многочисленные письма фотографам-любителям и профессионалам с просьбой о доставле-

нии снимков. Нужно отметить, что благодаря участию профессора В.В. Сапожникова музей приобрел богатейшую коллекцию его снимков. На средства Общества было сделано около 600 копий с негативов ученого. Так фотографическая коллекция краеведческого музея пополнилась весьма ценным собранием фотографий профессора В.В. Сапожникова. Среди них 62 снимка, изображающих ледники Алтая (в целом или по частям); 64 снимка представляли виды рек, ручьев, потоков, водопадов Горного Алтая; 35 видов хребтов, перевалов, отдельных горных вершин; около 100 видов на долины, истоки рек, лесные горные заросли, снежники и др. горные ландшафты; 23 снимка представляли виды горных озер; 16 – отдельных населенных пунктов и 55 снимков смешанного содержания. В дальнейшем от В.В. Сапожникова в музей поступили и оригиналы (стеклянные негативы) [7-8].

В географических экспедициях конца XIX в. фотография применялась еще мало. Снимки, выполненные В.В. Сапожниковым, уникальны, в них запечатлено время. Специалисты утверждают, что благодаря фотографиям, выполненным ученым, можно судить о движении ледников. Да и работать Василию Васильевичу приходилось именно в экстремальных условиях. Тяготы походов в холодное высокогорье с неудобными и громоздкими аппаратами, а также с целой лабораторией для приготовления на месте пластинок не каждому были по плечу. Снаряжение фотографа в больших экспедициях составляло весомую кладь. Портативных аппаратов не было. Стеклянные пластины надо было тщательно, с осторожностью упаковывать в особый ящик, а если предстояло снимать много, то брали несколько тяжелых ящиков. Но были и другие трудности, связанные с низкой чувствительностью фотопластин. Кроме того и сам творческий процесс был весьма сложен. Длительное экспониро-

вание или фотографирование при сильных порывах ветра делали снимок нерезким, или «смазанным», а при транспортировке нередко стеклянные фотопластины бились на бездорожье.

Успех же первых фотографических коллекций, показанных на заседаниях научных обществ, был очень значительным. О фотографии в приложении к географическим наукам, экспедициям и путешествиям широко заговорили в научных кругах. В.В. Сапожников в

своих отчетах также упоминает о фотографической работе как самостоятельном разделе исследований. Фотография стала активно применяться при проведении исследований, но результаты фотографирования не всегда удовлетворяли ученых. Русские географы предъявили серьезные требования конструкторам и фотографам-изобретателям, благодаря этому фотоаппаратура стала быстро совершенствоваться, и вклад В.В. Сапожникова в этот процесс не оспорим.

Список литературы

1. Сапожников В.В. По Алтаю (по путешествию 1895 г.). – Томск, 1897.
2. Сапожников В.В. Пути по русскому Алтаю. – М., 1912.
3. Сапожников В.В. По русскому и Монгольскому Алтаю. – М., 1949.
4. Сапожникова Н.В., Сапожникова Е.В. Василий Васильевич Сапожников 1861-1924. – М., 1982.
5. Морозов С. Русские путешественники фотографы. – М., 1953.
6. Газета «Жизнь Алтая». – 1911. – № 88 (24 апреля).
7. Отчет совета общества любителей исследования Алтая. – Барнаул, 1904.
8. Памяти Василия Васильевича Сапожникова // Изв. Западно-Сибирского отдела Русского Географического Общества. – Омск, 1924.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ♦ PAGES OF HISTORY

ГЕОГРАФИЯ РОДА: ПОТОМКИ ВИТУСА БЕРИНГА

РОССИИ И ПРИСЯГЕ ВЕРНЫ

М.Т. Беринг

г. Буйск, E-mail: mbering56@yandex.ru

Одним из потомков великого мореплавателя, русского офицера Беринга Витуса Йонассена был Владимир Михайлович Беринг¹. Он также как и его великий пра...прадед служил России, был русским, а позднее советским офицером, инженером и изобретателем. Да и дороги Витуса и Владимира Берингов пересеклись однажды, правда, с разницей в два столетия. Выехав из Петербурга в январе 1725 г., Витус Беринг летом 1727 г. оказался на восточных границах Российской империи, откуда началась его первая Камчатская экспедиция. А в 1936 г. в долгий путь в этом же почти направлении по этапу отправился Владимир Беринг. Так один следовал через всю Россию на восток за великими открытиями, а второй – его потомок – на великие страдания.



В.М. Беринг, 1916 г.

Владимир Михайлович Беринг родился в 1897 г. в г. Екатеринбурге в дворянской семье. Учился в Рижской Александровской гимназии (Латвия), завершил гимназическое образование в Ашхабаде (ныне – Ашхабад) с серебряной медалью. В 1916 г. Владимир Беринг поступил в Институт Корпуса инженеров путей сообщения в Петрограде, однако уже в декабре был мобилизован и переведен в петроградское Михайловское артиллерийское юнкерское училище. В июле 1917 г. Владимир был направлен на Кавказский фронт, а в октябре умер его отец, Михаил Александрович фон Беринг, и в связи с этим он получил отпуск в Москву, откуда ушел добровольцем в Красную армию (РККА).

В сентябре 1920 г. Владимира Беринга командировали в Артиллерийскую академию РККА в Петрограде, баллистический факультет которой он окончил «по первому разряду». В октябре 1925 г. он был удостоен звания артиллерийского инженера. Во время учебы в Академии Владимир выполнил, как сказано в удостоверении, проекты орудия, снаряда и лафета, а также написал специальную работу по наукам социально-экономического цикла на тему «Балканский вопрос», отмечено, что он кроме того владеет французским и немецким языками. В это же время познакомился со своей будущей женой – Хипакка Саймой Иогановной. После выпуска из Академии В.М. Беринг получил назначение в г. Рославль (Смоленская губерния), на должность начальника опытной части; потом работал в пос. Новогирееве Московской губернии.

¹ Автор статьи – Беринг Марат Талгатович – является пра...правнуком В.Й. Беринга и внуком В.М. Беринга. Все фотографии, опубликованные в статье – из личного архива М.Т. Беринга.



Владимир Беринг с сестрой Людмилой и родителями – Михаилом Александровичем и Елизаветой Константиновной (середина 1910-х гг.)

В 1927 г. Владимир Беринг попадает в г. Коломну на Научно-испытательный оружейный полигон, при этом с 1 марта 1928 г. он значится в резерве начсостава РККА. В 1928 г. В.М. Беринг начинает работу на заводе № 8 в качестве руководителя Артиллерийского конструкторского бюро (АКБ), ставшего впоследствии одним из ведущих в своей отрасли. Первой крупной самостоятельной работой стала 37-мм противотанковая пушка 1-К образца 1930 г. (она была запущена в серийное производство в 1931 г.). Ее прототипом послужила пушка фирмы «Рейнметалл», приобретенная в Германии вместе с технической документацией и необходимым обрабатывающим оборудованием. Параллельно с работами по противотанковой пушке 1-К конструкторское бюро во главе с В.М. Берингом разработало также на основе немецкого образца 76-мм зенитную пушку 3-К. Орудия 1-К и 3-К, запущенные в производство, стали базовыми для дальнейших разработок для завода № 8 в области противотанковой и среднекалиберной зенитной артиллерии.

В 1932 г. уже в качестве оригинального технического решения конструкторы АКБ предложили на лафет орудия 1-К наложить 45-мм ствол, что позволило получить новую противотанковую пушку – 19-К, положившую начало массовому семейству так называемых «сорокапяток». Модернизированная мо-

дель этого орудия – 45-мм противотанковая пушка 53-К образца 1937 г. – составила основу противотанковой артиллерии РККА к началу Великой Отечественной войны и крупносерийно выпускалась на всем ее протяжении. Не уступая лучшим зарубежным аналогам, она успешно применялась не только для борьбы с подвижными бронетяжелыми, но и для подавления живой силы и огневых точек противника. На базе пушки 19-К, в свою очередь, разработаны 45-мм танковая пушка 20-К (устанавливалась на легкие танки Т-26, быстроходные танки БТ, тяжелые Т-35 и пушечные бронеавтомобили) и корабельная 45-мм полуавтоматическая зенитная пушка 21-К, вошедшая в состав вооружения большинства кораблей советского Военно-морского флота.

21 февраля 1933 г. Владимир Беринг был награжден орденом Красной Звезды, летом 1933 г. в знак особого внимания руководства страны его пригласили на торжественный прием к И.В. Сталину. 21 июня 1933 г. В.М. Беринг получил квартиру в так называемом «директорском» доме в пос. Калининском. По рассказам его жены, бабушки автора статьи, в их квартире часто бывали М.Н. Тухачевский, В.К. Блюхер, Г.К. Орджоникидзе и многие другие военачальники того времени. Именно знакомство с первыми двумя и стоило свободы, а впоследствии и жизни Владимиру Михайловичу.

10 августа 1933 г. его арестовали и заключили в Бутырскую тюрьму. По версии ОГПУ В.М. Беринг якобы руководил «вредительской группой», целью которой являлся срыв выпуска заводской продукции. В этот период завод действительно работал неровно, и выполнение плана систематически оказывалось под угрозой. Кроме того, уже после принятия 45-мм противотанковой пушки на вооружение и в производство выявился ряд конструктивных недоработок. И хотя действительными основными причинами были катастрофиче-

ский недостаток подготовленных кадров, прежде всего, инженерных, а также несовершенные технологии, отсутствие опыта выпуска современных образцов вооружения, недостаточность и не освоенность станочного парка, срыв сроков поставки комплектующих сторонними поставщиками, низкий уровень организация труда и трудовой дисциплины, однако вину, тем не менее, полностью возложили на группу специалистов во главе с В.М. Берингом.

С 10 сентября по 1 декабря 1933 г. Беринга, находившегося под арестом, привлекли к работе Специального Бюро, созданного на заводе Экономическим управлением ОГПУ. В обязанности спецгруппы входило, в частности, «исправление дефектов конструкции (переконструирование)» систем 3-К, 19-К и 20-К. С конца ноября 1933 г. Бюро начало сдавать законченные работы. Что удивительно, параллельно с бюро конструкторов «врагов народа» работало бюро конструкторов на московском военном заводе с задачей довести 45 мм пушку до серийного производства. В случае удачного выполнения правительственного задания конструкторскому бюро «врагов народа» во главе с В.М. Берингом обещали снять обвинения. Пушка, созданная «врагами народа», полностью выиграла все испытания, включая и полевые стрельбы. Все конструкторское бюро, как и Владимир Михайлович Беринг ждали смягчение приговоров.

Однако февраля 1934 г. Коллегия ОГПУ приговорила В.М. Беринга к высшей мере наказания, 19 февраля приговор был смягчен, и расстрел заменен 10-ю годами заключения в исправительно-трудовых лагерях. В начале апреля 1934 г. В.М. Беринга отправили по этапу в Алзайский лагерный пункт Сиблага (ст. Камышет, Иркутская область), затем в 1-е отделение Сиблага (Мариинск, Кемеровская область) и, наконец, во 2-е отделение Сиблага

(ст. Суслово, Кемеровская область), где он содержался до июня 1935 г.

Работая в заключении на стройке, В.М. Беринг продолжал конструкторскую деятельность. 2 июня 1934 г. он представил начальнику отделения свое изобретение с просьбой направить эти материалы на рассмотрение в Главное артиллерийское управление. «Изобретение может дать в случае положительных результатов экономию в несколько миллионов и повысит техническую мощь Красной Армии», – писал В.М. Беринг жене – С.И. Беринг [1]. Характер изобретения и его судьба не известны – так же, как не известно, было ли оно вообще отправлено по назначению. Писал В.М. Беринг о своей новой разработке и техническому директору (главному инженеру) завода № 8 Б.И. Каневскому. По просьбе мужа С.И. Беринг встретила с Б.И. Каневским и спросила его мнение об изобретении. По всей видимости, встреча не принесла ожидаемого результата: «Ты пишешь так сдержанно о разговоре с Борисом Ивановичем, что я начинаю думать об отрицательном отношении его к этому предложению. Сам он мне не писал, что конечно нормально. Я поручил ему дальнейшую судьбу этого дела и мне не понятны слова Бориса Ивановича – «это не так скоро» (отзыв). Поднажимай и пиши как есть. Если они сочтут, что это бред сумасшедшего – так и пиши. Мы изобретатели народ не обидчивый и сумеем отстаивать свои мысли» [2]. По одной из версий разработка имела отношение к созданию ракетно-пушечного вооружения для Т-34.

В конце июня 1935 г. В.М. Беринга перевели в Норильлаг НКВД СССР (пос. Дудинка, Красноярский край), где он стал работать в системе Норильстроя инженером-механиком. В 1937 г. В.М. Беринг был обвинен «во вредительской деятельности, которую проводил в целях срыва строительства Норильского комбината, работая в должности начальника механических мастерских Дудинского лагерного пункта Норильлага НКВД СССР».



В.М. Беринг, 1933 г.

Решением Тройки УНКВД Красноярского края от 27 сентября 1937 г. В.М. Берингу назначили высшую меру наказания – расстрел. В ноябре 1937 г. С.И. Беринг получила последнее письмо

от мужа, трогательное и полное оптимизма, и только через много лет стало известно, что его уже не было в живых. Приговор привели в исполнение 8 октября 1937 г. в пос. Дудинка. Место захоронения неизвестно (многих заключенных во время расстрела скидывали в прорубь Енисея). До 1954 г. НКВД на все запросы отвечало, что Владимир Михайлович находится в местах, где запрещена переписка, из Норильлага он выбыл.

25 мая 1957 г. В.М. Беринг был полностью реабилитирован по обвинению 1937 г., а 30 января 1958 г. – по обвинению от 2 и 19 февраля 1934 г. В 2012 г. администрация и жители города Дудинка восстановили мост через небольшую речушку, по которому проходили все приговоренные к смерти узники Норильлага. Мост назван именем В.М. Беринга.

Список литературы

1. Письмо В.М. Беринга жене, С.И. Беринг, от 10 июля 1934 г. // РГАЭ, ф. 255, оп. 1, ед. хр. 9, л. 61.
2. Письмо В.М. Беринга жене, С.И. Беринг, от 5 августа 1934 г. // РГАЭ, ф. 255, оп. 1, ед. хр. 9, л. 68.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ ♦ OUR ANNIVERSARIES

АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ МАЛОЛЕТКО – 65 ЛЕТ

В РЯДАХ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

*От удивления до открытия один шаг.
Умейте удивляться. Проверено опытом.
А.М. Малолетко*

Однажды в 1951 г. на одном из общих собраний для студентов и преподавателей декан географического факультета Томского госуниверситета Наум Александрович Нагинский вручил членский билет Географического общества Союза ССР студенту, единственному из всех. Это был Алексей Михайлович Малолетко, будущий доктор географических наук, профессор, Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, к тому же Почётный член Русского географического общества. Этому событию предшествовала очень эффективная деятельность на уровне Научного студенческого общества (НСО), в котором А.М. Малолетко был председателем географического кружка. Кружок заседал ежемесячно, заслушивал 2-3 доклада, а председатель задавал тон. По его рассказам, однажды он смутил Наума Александровича, выступив с докладом «Псевдоокольные террасы». Такого словосочетания в научной геоморфологической литературе в то время не было (кстати, как и сегодня). Когда одна из студенток в перерыве между заседаниями спросила Наума

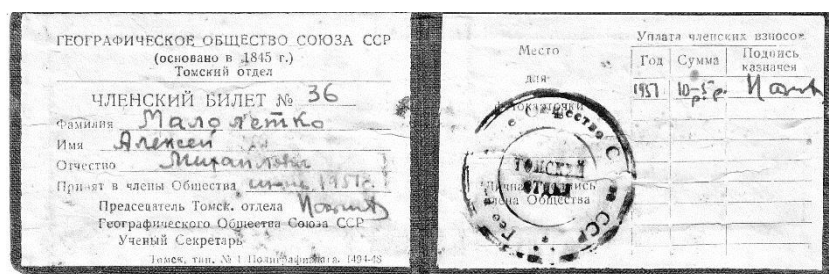
Александровича, бывают ли такие террасы? Тот промолчал и потом в задумчивости проговорил: «псевдо..., псевдо...». Два студенческих доклада будущего профессора были опубликованы в «Вопросах географии Сибири» – печатном органе Томского отдела Географического общества СССР. Он неоднократно публиковался в «Вопросах географии Сибири» даже после отъезда из Томска.

Алексей Михайлович 14 лет проработал в геологических организациях, и этот период был для него творчески насыщенным. Обилие фактического материала, технические возможности проведения полевых исследований – все это способствовало расширению тематики геологических исследований края. Особенно эффективным он был после создания в крае Алтайского отдела Географического общества Союза ССР. Алексей Михайлович органично вошёл в состав Совета и долгие годы возглавлял издательскую деятельность. В то время регулярно стали печататься Известия Алтайского отдела (15 выпусков, в которых опубликовали свои статьи 266 чел.), тематические сборники и сборники с тезисами докладов конференций. Самым активным автором был редактор этих сборников.

Поражает широта научных интересов Алексея Михайловича. Это естественные науки (палеогеография, четвертичная геология, поиски и разведка рудных месторождений, малакология, палинология, лимнология), гуманитарные науки (топонимика, этногенез народов Сибири, происхождение и расселение по планете человечества), биография и библиография исследователей Сибири.



*Алексей Михайлович Малолетко
в 1946 и 2015 гг.*



Членский билет ГО Союза ССР, 1951 г.

Алексей Михайлович является автором более 700 печатных работ, в том числе более 70 монографий, включая учебники и учебные пособия (более 10). Особо следует отметить шеститомную монографию «Древние народы Сибири. Этнический состав по данным топонимики» (1999-2012).

Юбилар географического общества очень скромный, даже застенчивый человек. Он никогда не стремился заполучить зарубежную известность. В длинном списке его публикаций только три работы на иностранном (английском) языке. Многие опытные специалисты скептически оценивали труды Алексея Михайловича: он ведь не палинолог, он же не археолог и др. Есть действительно, как говорят, глубокие или узкие специалисты. Они хорошо познали какой-либо научный вопрос, но уподобились изыскателю, который роет яму, выискивая что-то ему интересное. Он уже не видит соседей, не знает, чего они достигли, обнаружили в своей «яме». Нужен ещё один специалист, который ходил бы по поверхности и подбирали то, что ямокопатель выбросил, сочтя ненужным, бесполезным для него. И из этого материала дилетант-

ямокопатель построил бы нечто новое, обширное, обобщённое. Вот таким специалистом, который обобщает чужие материалы, выстраивая новые оригинальные схемы, на наш взгляд, является Алексей Михайлович Малолетко, или как он себя в шутку называет, «дилетант широкого профиля». Однако этот «дилетант» предлагает столь стройные, подкреплённые фактическим материалом и логическими построениями оригинальные схемы, с которым нельзя не согласиться. Касается ли это проблем заселения человеком Сибири или то, что Обь – не главная и не древняя река Западной Сибири?

Алексей Михайлович так объясняет свой характер: «Моя жизнь – это наука, без которой мне не жить. Все научные поиски – это не для читателя, это для себя, это проверка себя. Могу ли я ещё думать и радоваться находкам? Могу ли я в год написать не менее 10 статей в свои 80 с лишним лет? Могу ли по-детски радоваться выходу каждой статьи?».

Пожелаем Алексею Михайловичу не останавливаться на достигнутом и радовать нас новыми достижениями в географической науке.

Г.Я. Барышников,
доктор географических наук,
профессор АлтГУ

УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ ♦ PUBLICATION TERMS

Журнал публикует оригинальные (ранее не опубликованные и не направленные в другие издания) научные и научно-популярные статьи, посвященные географическим и экологическим исследованиям, естественно-географическому образованию, краеведению, а также отражающие деятельность Русского географического общества. Авторы представляют статьи на русском языке, тщательно отредактированные. Направленные в журнал *научные статьи (сообщения)* проходят независимое рецензирование. Редакция оставляет за собой право вносить редакторскую правку и отклонять статьи.

Статья оформляется следующим образом:

- на русском языке: УДК*; название статьи (прописными буквами); Ф.И.О. автора/ов (полностью), должность и звание, место работы, контактная информация для взаимодействия с автором: E-mail (обязательно) или номер телефона, факс;
- аннотация (300–400 знаков без учета пробелов) и ключевые слова*;
- далее – текст статьи (структурированный на несколько разделов) и библиографический список;
- на английском языке*: название статьи, Ф.И.О. автора/ов, аннотация (500-600 знаков без учета пробелов), ключевые слова;
- примеры в тексте статьи оформляются курсивом;
- примечания к тексту – в виде постраничных сносок со сквозной нумерацией;
- рисунки и таблицы – по ширине текста и дополнительно в формате jpg, bmp;
- библиографический список – по ГОСТу 7.0.5-2008, в порядке цитирования;
- библиографические ссылки в тексте статьи оформляются в квадратных скобках. Например: ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ [1]. В случае дословной цитаты, указывается также номер страницы приведенной цитаты, т.е. «ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ ...» [2, с. 5].

* – *только для статей раздела «Научные сообщения»*

Статью необходимо печатать:

- в редакторе MS WORD;
- формате А 4, шрифтом 12 пт. (Times New Roman);
- отступ для абзаца – 0,7 см;
- текст – без переносов;
- межстрочный интервал – 1,0;
- отступ от сторон листа – 2,5 см;
- страницы статьи должны быть пронумерованы только для печатной версии, для электронного варианта – без нумерации страниц.

Образец оформления статей

УДК 910 + 332.1

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ... НАЗВАНИЕ СТАТЬИ... НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Александр Николаевич Донцов¹, Алексей Викторович Звонцов²

¹Институт водных и экологических проблем, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, dontsov@iwer.ru.

²Алтайский государственный университет, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 61, zvontsov@iwer.ru.

Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация...

Ключевые слова: ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова.

ТЕКСТ... ТЕКСТ... ТЕКСТ... [1]. ТЕКСТ... [2]. ТЕКСТ... ТЕКСТ... [3]. ТЕКСТ... ТЕКСТ... [4]. ТЕКСТ... «ТЕКСТ...» [5, с. 24].

*Журнал
Известия Алтайского отделения
Русского географического общества*

№ 4 (43)

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ТУ22-00534

Подписано в печать 11.12.2016. Формат 60х84 1/8.
Печать – цифровая. П.л. 12,5
Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Пять плюс»
656049, г. Барнаул, ул. Крупской, 97,
Тел.: +7(385-2) 62-32-07,
e-mail: fiveplus07@mail.ru
www.five-plus.ru

Цена свободная

Возрастная категория – 12+