

---

---

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

---

Институт комплексного анализа  
региональных проблем  
Дальневосточного отделения  
Российской академии наук

**Том 22 № 1**  
**2019**

Журнал основан в 1995 г.  
Выходит 4 раза в год  
ISSN 2618-9593

---

Главный редактор  
чл.-корр. РАН Е.Я. Фрисман

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

зам. гл. редактора: д.г.-м.н. А.М. Петрищевский; ответственный секретарь к.с.н. С.А. Соловченков;  
члены редколлегии: к.г.н. А.В. Аношкин, акад. РАН П.Я. Бакланов, чл.-корр. РАН Б.А. Воронов,  
к.б.н. Е.А. Григорьева, к.э.н. В.С. Гуревич, акад. РАН Ю.Н. Журавлёв, к.г.н. В.Б. Калманова, к.г.н. Т.М. Комарова,  
чл.-корр. РАН Б.В. Левин, д.э.н. С.Н. Леонов, к.э.н. С.Н. Мишук, к.б.н. Т.А. Рубцова, чл.-корр. РАН А.П. Сорокин,  
к.г.н. Д.М. Фетисов, д.п.н. Б.Е. Фишман, д.б.н. Л.В. Фрисман, акад. РАН А.И. Ханчук, д.ф.н. А.М. Шкуркин,  
проф. Син Гуанчэн, проф. Ван Цзюанлэ, проф. Алтэн-Аоцир

---

*Научный журнал «Региональные проблемы» зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи информационных технологий и массовых коммуникаций 1 апреля 2019 г. ЭЛ № ФС77-75434*

С а й т ж у р н а л а : [regional-problems.ru](http://regional-problems.ru), [региональныепроблемы.рф](http://региональныепроблемы.рф)

А д р е с р е д а к ц и и : 679016, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4  
ИКАРП ДВО РАН, тел./факс: 8(42622) 4-16-71, 6-00-97, <http://икарп.рф>  
E-mail: [reg.probl@yandex.ru](mailto:reg.probl@yandex.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>БИОЛОГИЯ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> .....	5
<b>Рубцова Т.А.</b> <i>Эколого-ценотический анализ аборигенной флоры Еврейской автономной области</i> .....	5
<b>Курилова Е.В., Кулаков М.П.</b> <i>Сложные режимы в модели миграционно связанных сообществ «хищник–жертва» с быстрыми и медленными циклами</i> .....	12
<b>ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ</b> .....	20
<b>Жирнов А.М.</b> <i>О золотонности возможного штокверка в Еврейской автономной области</i> .....	20
<b>Ивашов П.В.</b> <i>Химическое выветривание касситерита как основа формирования биогеохимических ореолов рассеяния олова в растениях</i> .....	26

---

<b>Зубарев В.А., Бурик В.Н.</b> <i>Гидрохимическая характеристика рек Еврейской автономной области и содержание тяжелых металлов в жабрах голяна (<i>Roxinus Lagowskii</i>)</i> .....	31
<b>Шестеркин В.П.</b> <i>Особенности химического состава природных вод бассейна реки Ботчи (Хабаровский край) в зимний период</i> .....	38
<b>К 85-ЛЕТИЮ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	44
<b>Гуревич В.С.</b> <i>Еврейская автономная область в объективе советской фотожурналистики 1920–1930-х годов</i> .....	44

---

---

# REGIONAL PROBLEMS

---

Institute for Complex Analysis  
of Regional Problems  
Far Eastern Branch  
Russian Academy of Sciences

**Volume 22 Number 1**  
**2019**

Established in 1995  
Published 4 times a year  
ISSN 2618-9593

---

---

## CONTENTS

<b>BIOLOGY. MATEMATICAL MODELING</b> .....	5
<b>Rubtsova T.A.</b> <i>Ecological-cenotic analysis of aboriginal flora in Jewish Autonomous Region</i> .....	5
<b>Kurilova E.V., Kulakov M.P.</b> <i>Complex dynamical regimes in the model of predator-prey communities coupled by migration with fast and slow cycles</i> .....	12
<b>GEOLOGY. GEOECOLOGY</b> .....	20
<b>Zhirnov A.M.</b> <i>On the possible gold stockwork in Jewish Autonomous Region</i> .....	20
<b>Ivashov P.V.</b> <i>Chemical weathering of cassiterite as the basis for the formation of biogeochemical scattering haloes of tin in plants</i> .....	26
<b>Zubarev V.A., Burik V.N.</b> <i>Hydrochemical characteristics of the rivers in Jewish Autonomous Region and the content of heavy metals in the gills of the Minnow (<i>Phoxinus</i>)</i> .....	31

<b>Shesterkin V.P.</b> <i>Features of the chemical composition of the Botchi river basin environmental waters (Khabarovsk Territory) in winter</i> .....	38
<b>TO THE 85TH ANNIVERSARY OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION</b> .....	44
<b>Gurevich V.S.</b> <i>Jewish Autonomous Region of 1920s–1930s in the lens of Soviet photojournalists</i> .....	44

© ICARP FEB RAS, 2019

---

Электронная верстка *Г.В. Матвейчикова*  
Перевод *А.Л. Воронина*

---

*Системные требования: PC не ниже класса Pentium III; 256 Mb RAM;  
свободное место на HDD 32 Mb; Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader*

Объем данных (14 903 Кб)  
Дата размещения на сайте: 02.04.2019 г.  
Дата подписания к использованию: 26.03.2019 г.

## БИОЛОГИЯ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 581.5(571.621)

### ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Рубцова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: ecolicarp@mail.ru

*В статье приводится флористический анализ экологического и ценотического спектров аборигенной флоры сосудистых растений Еврейской автономной области. В экологическом спектре выделено восемь элементов флоры в зависимости от условий произрастания, связанных с увлажнением территории. Ценотический спектр представлен шестью типами и шестью подтипами флористических элементов. Преобладающей экологической группой являются растения-мезофиты (419 видов), а в ценотическом анализе доминируют растения лесов (484 вида). Это связано с природно-климатическими условиями и местообитаниями в горной и равнинной частях автономии.*

**Ключевые слова:** флора, Еврейская автономная область, экологические элементы флоры, ценотические элементы флоры.

Флористический анализ является важной характеристикой флоры. Он показывает специфику флоры, её место среди других флористических комплексов. В данной статье мы остановимся на экологическом и ценотическом анализах аборигенной флоры Еврейской автономной области (ЕАО), расположенной в Среднем Приамурье России, в экотонной зоне контакта горной и равнинной территорий, в непосредственной близости от важного миграционного пути видов растений восточной Азии р. Амур. В регионе отмечается большое разнообразие экотопов, растительных сообществ [10].

Богатство флоры сосудистых растений Еврейской автономной области составляют 1443 вида, относящихся к 594 родам и 144 семействам. Пропорции флоры выражаются как 10,02:4,1:1. Видовое богатство составляет 33% от флоры российского Дальнего Востока [14]. В составе флоры 205 адвентивных видов [1, 10, 12]. Из них 80 родов и 4 семейства (*Malvaceae* Juss., *Portulacaceae* Juss., *Amaranthaceae* Juss., *Moraceae* Link) включают только заносные виды. Аборигенная (автохтонная) флора ЕАО включает 1238 видов, 513 родов и 140 семейств. Основные пропорции автохтонной флоры представлены в табл. 1.

По мнению Б.А. Юрцева [16], экологические спектры могут быть построены по отношению видов флоры к любому экологическому фактору. В нашем анализе в качестве главного фактора выделена обеспеченность влагой. Для определения экологической принадлежности вида необходимы специальные физиологические и экологические исследования, поэтому в процессе выделения экологических групп во флористической работе возможен некоторый субъективизм. Структура категорий экологических элементов флоры сложна и многомерна, что связано с множественностью категорий экологических факторов и возможностью разных подходов к оценке отношения растений к тем или иным экологическим факторам. Распределение видов по экотопам и климатически отличающимся

территориям зависит не только от аутоэкологических свойств, но и от конкурентных отношений. Во многих случаях более предпочтительны простые классификации, которые не создают иллюзии высокой точности [17]. На основе литературных данных [3, 6, 15] и собственных наблюдений для Еврейской автономной области [10] выделено 8 экологических групп растений по отношению к увлажнению (рис.).

Ratio of main systematic groups of aboriginal flora in Jewish Autonomous Region

Систематическая группа	Семейства		Роды		Виды		Соотношение – семейства: роды: виды
	А	Б	А	Б	А	Б	
<b>Pteridophyta</b> <b>Сосудистые споровые</b>	<b>18</b>	<b>12,9</b>	<b>35</b>	<b>6,8</b>	<b>65</b>	<b>5,3</b>	<b>1:1,9:3,6</b>
- Lycopodiophyta Плауновидные	3	2,2	4	0,7	13	1,1	1:1,3:4,3
- Equisetopsida Хвощевидные	1	0,7	1	0,2	8	0,7	1:1:8
- Polypodiophyta Папоротниковидные	14	10	30	5,9	44	3,5	1:2,1:3,1
<b>Gymnospermae</b> <b>Голосеменные</b>	<b>2</b>	<b>1,4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0,8</b>	<b>1:2,5:5</b>
<b>Angiospermae</b> <b>Покрывосеменные</b>	<b>120</b>	<b>85,7</b>	<b>473</b>	<b>92,2</b>	<b>1163</b>	<b>93,9</b>	<b>1:4,5:11,03</b>
- Liliales Однодольные	28	20	115	22,4	347	28	1:4,4:13,6
- Dicotyledoneae Двудольные	92	65,7	358	69,8	816	65,9	1:4,5:10,3
	140	100	513	100	1238	100	1:10,02

*Примечание:* А – абсолютное число видов в группе; Б – процентное отношение ко всему числу видов

1. Ксерофиты – растения засушливых местообитаний (плаунок Росса *Selaginella rossii* (Baker) Warb., рябинник крупноцветковый *Sorbaria grandiflora* (Sweet) Maxim., ковыль байкальский *Stipa baicalensis* Roshev., трехбородник китайский *Tripogon chinensis* (Franch.) Hack., юнгия тонколистная *Youngia tenuifolia* (Willd.) Babc. et Stebbins и др.).

2. Ксеромезофиты – растения местообитаний с временным недостатком увлажнения (дейция гладкая *Deutzia glabrata* Kom., пузыреплодник амурский *Physocarpus amurensis* (Maxim.) Maxim., живучник живучий *Aizopsis aizoon* (L.) Grulich., софора желтоватая *Sophora flavescens* Soland., чемерица уссурийская *Veratrum ussuriense* (Loes. fil.) Nakai, фиалка пестрая *Viola variegata* Fisch. ex Link и др.).

3. Мезоксерофиты – растения, приспособленные к временному дефициту влаги (водосбор амурский *Aquilegia amurensis* Kom., арундинелла аномальная *Arundinella anomala* Steud., земляника восточная *Fragaria orientalis* Losinsk., мож-

жевательник сибирский *Juniperus sibirica* Burgsd., ширококолокольчик крупноцветковый *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC., лапчатка двуцветная *Potentilla discolor* Bunge и др.).

4. Мезофиты – растения, обитающие в условиях достаточного, но не избыточного увлажнения (актинидия коломикта *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., спаржа шобериевидная *Asparagus schoberioides* Kunth, хлорант японский *Chloranthus japonicus* Siebold, сосна корейская (кедр корейский) *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., рубус боярышничколистный *Rubus crataegifolius* Bunge и др.).

5. Мезогигрофиты – растения, приспособленные к перенесению, в большей или меньшей степени, переувлажнения, но не застойного (борец крупноносый *Aconitum macrorhynchum* Turcz. ex Ledeb., однопокровница амурская *Arisaema amurense* Maxim., подмаренник удивительный *Galium paradoxum* Maxim., герань Власова *Geranium wlassowianum* Fisch. ex Link, и др.).

6. Гигромезофиты – растения, произрастающие в местах с повышенным, но не застойным

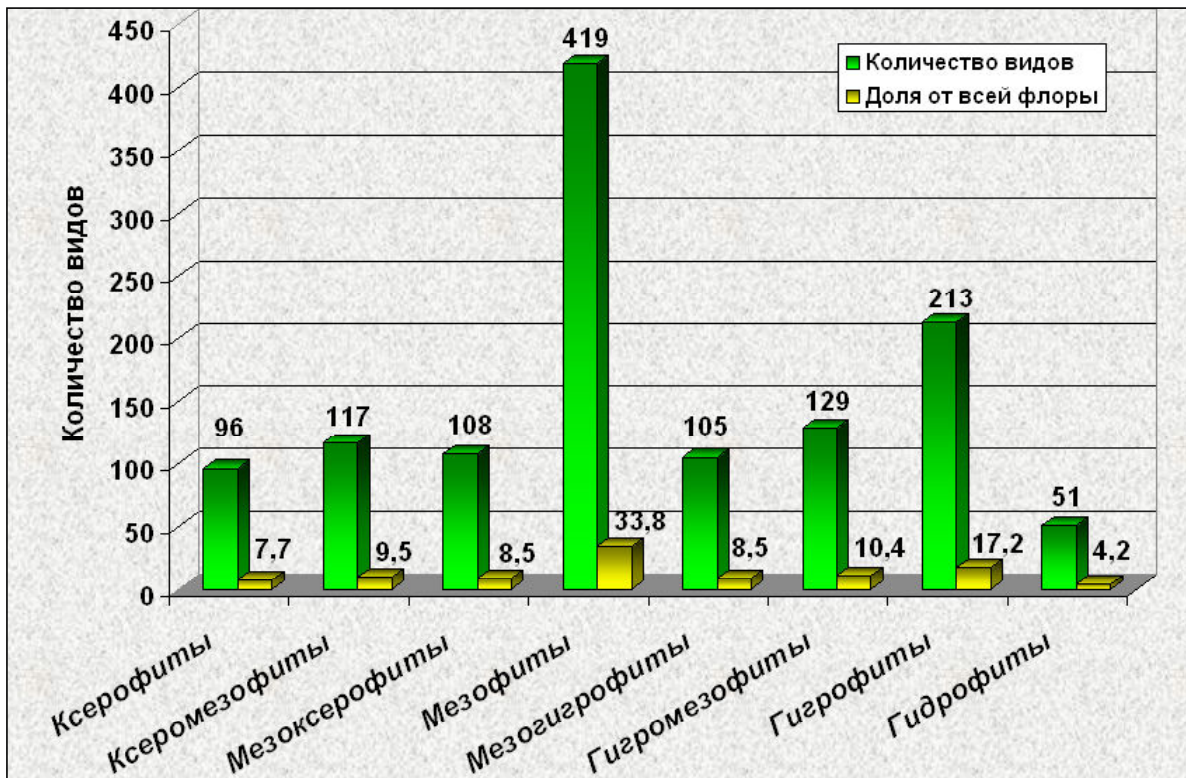


Рис. Экологический спектр аборигенной флоры Еврейской автономной области

Fig. Ecological spectrum of aboriginal flora of Jewish Autonomous Region

увлажнением почв (артраксон Лангсдорфа *Arthraxon langsdorffii* (Trin.) Roshev., осока курчаво-рыльцевая *Carex bostrichostigma* Maxim., корейнка земляничниколистная *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts., пятилистник кустарниковый *Pentaphylloides fruticosus* (L.) O. Schwarz, кровохлебка тонколистная *Sanguisorba tenuifolia* Fisch. ex Link, скрученник китайский *Spiranthes sinensis* (Pers.) Ames, чемерица Лобеля *Veratrum lobelianum* Bernh. и др.).

7. Гигрофиты – растения постоянно влажных местообитаний (айр обыкновенный *Acorus calamus* L., веж ядовитый *Cicuta virosa* L., сабельник болотный *Comarum palustre* L., сыть амурская *Cyperus amuricus* Maxim., болотница болотная *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., мурданния кейзак *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz., белокопытник Татевачи *Petasites tatewakianus* Kitam. и др.).

8. Гидрофиты – водные растения (кальдезия почковидная *Caldesia reniformis* (D. Don) Makino, лотос Комарова *Nelumbo komarovii* Grossh., кубышка малая *Nuphar pumila* (Timm) DC., кувшинка четырехгранная *Nymphaea tetragona* Georgi, рдест пронзеннолистный *Potamogeton perfoliatus* L., стрелолист плавающий *Sagittaria natans* Pall., пузыр-

чатка средняя *Utricularia intermedia* Hayne и др.).

Анализ соотношения экологических групп во флоре ЕАО свидетельствует о том, что основу её составляют мезофиты (419 видов; 33,8% от всей флоры). Это связано с преобладанием лесного и лугового типов растительности. В географическом отношении они представлены неморальными (272 вида), плюризонными (28), бореальными (113) и арктобореальными (6) широтными геоэлементами. На втором месте находятся виды гигрофильного ряда – гигрофиты (213 видов; 17,2%) и гигромезофиты (129 видов; 10,4%). Обилие растений этих экологических групп связано с густой гидрографической сетью, а также большими площадями влажных лугов, кочковатых и сфагновых болот. К луговой эколого-ценотической группе во флоре автономии относятся 324 вида (26,2% от всей флоры), к болотной – 82 (6,6%).

На следующих трёх местах в экологическом спектре находятся растения ксерофильного ряда – мезоксерофиты (8,7% от флоры ЕАО), ксеромезофиты (9,4%), ксерофиты (7,7%). На их долю приходится 321 вид. В качестве примеров можно привести виды, имеющие различные приспособительные особенности к недостатку влаги: алевритоптерис серебристый *Aleuritopteris argen-*

*tea* (S.G. Gmel.) Fee, щиточешуйник уссурийский *Pleopeltis ussuriensis* Regel et Maack, пиррозия длинночерешковая *Pyrrhosia petiolosa* (Christ et Baroni) Ching, живучник Сельского *Aizopsis selskiana* (Regel et Maack) Grulich., горноколосник мягколистный *Orostachys malacophylla* (Pall.) Fisch., ковыль байкальский *Stipa baicalensis* Roshev [3, 9].

Значительное количество засухоустойчивых растений связано с особенностями рельефа области. Больше половины площади автономии занимают возвышенные районы Хингано-Буреинской горной страны и ряд островных горных образований с обнажениями, скалами, останцами, осыпями, также в южной части исследуемой территории распространены остепнённые растительные группировки с сухими лугами, редкостойными дубняками. К данным экологическим группам относятся в основном неморальные виды скальных и остепнённых местообитаний.

Мезогигрофиты представлены 105 видами (8,5%), они могут переносить избыточное увлажнение, но всё же тяготеют к условиям среднего увлажнения. Завершают экологический спектр гидрофиты (51 вид; 4,2%). По сравнению с ЕАО количество гидрофитов на Малом Хингане значительно ниже (21 вид; 1,9% от флоры) [11]. Это связано с наличием соответствующих местообитаний в большей степени на равнинной части (Среднеамурской низменности) исследуемой территории.

У водных растений имеются экологические приспособления: увеличение поверхности подводных листьев; в тонких или рассечённых листьях хлорофиллоносные клетки получают максимум света, кутикула, как правило, отсутствует; развитие гетерофилии; центральное расположение механических элементов; развитие воздухоносных полостей; поглощение воды и питательных веществ поверхностью листьев и стеблей; наличие в клетках большого количества антоциана, благодаря которому стебли и нижняя поверхность листьев приобретает красноватую или фиолетовую окраску; наличие специальных клеток, выделяющих слизь, которая препятствует быстрому высыханию, предохраняет подводные части от выщелачивания, уменьшает внутреннее трение органов растения.

Ценотический анализ флоры дополняет геоботаническую характеристику растительного покрова. Он предполагает разделение всех видов флоры на группы по их ценотической приуроченности [16]. Флористы и геоботаники предпочитают говорить об эколого-ценотических группах или элементах флоры, поскольку анализ распределения видов по сообществам (фитоценоцикл) трудно отделить от анализа распределения их по экотопам (биотопам) [17]. Для описания фитоценоцикла могут использоваться различные единицы – от ассоциаций (для небольших территорий) до типов растительности. В нашем исследовании

Таблица 2

Ценотические группы аборигенной флоры Еврейской автономной области

Table 2

Cenotic groups of aboriginal flora of Jewish Autonomous Region

Типы и подтипы ценоэлементов	Количество видов	Доля от всей флоры, %
I. Лесной	484	39,1
1. Бореальнолесной	120	9,7
2. Неморальнолесной	276	22,3
3. Уремнолесной	88	7,1
II. Луговой	324	26,2
III. Болотный	82	6,6
IV. Водно-отмельный	154	12,4
1. Водный	49	3,9
2. Прибрежноводный	59	4,8
3. Отмельный	46	3,7
V. Скально-осыпной и каменистых склонов	145	11,7
VI. Синантропный	49	4
Всего:	1238	100



за основу фитоценотической типизации были взяты тип растительности и формация. Ценоценотическая приуроченность видов определялась по результатам полевых исследований с учетом информации из литературных источников [2, 4, 5, 8, 13].

Во флоре ЕАО выделено шесть типов ценоэлементов (табл. 2): лесной, луговой, болотный, водно-отмельный, скально-осыпной и каменистых склонов, синантропный. Самый многочисленный по числу видов – лесной тип (484 вида; 39,1%), в нём выделено три подтипа: бореально-лесной, неморальнолесной и умернолесной.

В бореальнолесной подтип входят виды, произрастание которых приурочено к хвойным лесам. Типичными растениями елово-пихтовых лесов являются дерен канадский *Chamaepericlymenum canadense* (L.) Aschers. et Graebn., клитония удская *Clintonia udensis* Trautv. et Mey., лептормора амурская *Leptorumohra amurensis* (Christ) Tzvel. (щитовник амурский *Dryopteris amurensis* Christ), линнея северная *Linnaea borealis* L., бокоцветка притупленная *Orthilia obtusata* (Turcz.) Nara, бокоцветка однобокая *Orthilia secunda* (L.) House, кислица обыкновенная *Oxalis acetosella* L. и др. Экологическая пластичность бореальнолесных видов на территории области свидетельствует о молодости этих формаций, на что указывал Б.А. Юрцев [16]. Он также отмечал, что кедровый стланик и лиственница даурская на протяжении плейстоцена шаг за шагом расширяли свои позиции, чему способствовало усиление зимних морозов, постепенное увеличение площадей с многолетней мерзлотой, прогрессирующее заболачивание выровненных участков. В естественных сосняках из сосны обыкновенной на западной окраине Малого Хингана нами зарегистрированы борово-таёжные виды: зимолюбка японская *Chimaphila japonica* Miq., зимолюбка зонтичная *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, марьянник розовый *Melampyrum roseum* Maxim., грушанка круглолистная *Pyrola rotundifolia* L., грушанка почколистная *Pyrola renifolia* Maxim. По мнению Б.П. Колесникова [7], насаждения сосны обыкновенной на восточном пределе распространения являются реликтовыми. При этом во всех формациях бореальнолесного подтипа отмечена брусника обыкновенная *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avror., но её обильное плодоношение наблюдается в большей мере в разряженных лиственничниках, после лесозаготовок или пожаров.

Наибольшее количество видов относится к неморальнолесному подтипу (276 видов; 22,3%). Это связано с господством в регионе хвойно-ши-

роколиственных и широколиственных лесов: дубняков, липняков, кленовников и их производных (белоберезняков, осинников), а также самых богатых в видовом отношении кедрово-широколиственных. Типично встречающимися растениями дубняков являются аяния Палласа *Ajania pallasiana* (Fisch. ex Bess.) Poljak., ветровочник удский *Anemonoides udensis* (Trautv. et Mey.) Holub, полынь Максимовича *Artemisia maximovicziana* Krasch. ex Poljak., веретенник яйцевидный *Atractylodes ovata* (Thunb.) DC., ясенец мохнатоплодный *Dictamnus dasycarpus* Turcz., деллингерия шершавая *Doellingeria scabra* (Thunb.) Nees, козлец белостебельный *Scorzonera albicaulis* Bunge, сrostнохвостник дельтовидный *Synurus deltooides* (Ait.) Nakai, фиалка приостренная *Viola acuminata* Ledeb., фиалка пальчатая *Viola dactyloides* Schult. и др.

К умернолесному ценоэлементу (88 видов; 7,1%) относятся виды, приуроченные к влажным речным долинам с аллювиальными почвами, растущие в зарослях кустарников, способные переносить условия избыточного увлажнения во время паводков и половодий, тенелюбивые и теневыносливые растения. К данной эколого-ценоценотической группе относятся гигрофиты (18 видов – калужница перепончатая *Caltha membranacea* (Turcz.) Schipcz., селезеночник усатый *Chrysosplenium flagelliferum* Fr. Schmidt, селезеночник волосистый *Chrysosplenium pilosum* Maxim., хохлатка гигантская *Corydalis gigantea* Trautv. et Mey., манник литовский *Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski, фиалка сверху-голенькая *Viola epipsiloides* A. et D. Love и др.). В неё также входят гигромезофиты (22 вида – недотрога Маака *Impatiens maackii* Hook. ex Kom., чистострунник азиатский *Osmundastrum asiaticum* (Fern.) Tagawa, пятилистник кустарниковый *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, тригонотис укореняющийся *Trigonotis radicans* (Turcz.) Stev., крапива узколистная *Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem. и др.) и мезогигрофиты (30 видов – диспорум смилациновый *Disporum smilacinum* A. Gray, подмаренник удивительный *Galium paradoxum* Maxim., ложнотополь сердцелистный *Toisusu cardiophylla* (Trautv. et Mey.) Kimura и др.). На виды из других экологических групп приходится 20,4% от всех видов умернолесной группы. Умернолесной ценоэлемент представлен в ивняках, ильмово-ясеневых, тополевых, чозениевых и других лесах разных высот и экспозиций. Он соседствует с различными формациями растительного покрова, так как является интразо-

нальным.

К луговому типу ценоэлемента отнесены виды, произрастающие на различных типах лугов – собственно луговые и переходного типа, произрастающие на влажных и сухих лугах, разнотравных и осоково-кочковатых, закустаренных и травянистых. Луговой тип занимает второе место в фитоценоцикле (324 вида; 26,2%). Большая доля луговых растений во флоре связана с наличием и разнообразием соответствующих местообитаний в долинах рек. Среди луговых видов наиболее представлены виды (96) мезофильного ряда: ломонос бурый *Clematis fusca* Turcz., пырейник высокий *Elymus excelsus* Turcz. ex Griseb., красоднев Миддендорфа *Hemerocallis middendorffii* Trautv. et Mey., чемерица Маака *Veratrum maackii* Regel, горошек японский *Vicia japonica* A. Gray и др. Затем следуют влаголюбивые растения видов гигрофильного ряда (147 видов): борец сомнительный *Aconitum ambiguum* Reichenb., осока прямоколосая *Carex atherodes* Spreng., колючестебельник копьевидно-стреловидный *Truellum hastatosagittatum* (Makino) Sojak, фиалка скромная *Viola verecunda* A. Gray и др. В ксерофильном ряду (ксерофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты) также немалое количество видов – 81: чий смешиваемый *Achnatherum confusum* (Litv.) Tzvel., змеевка Китагавы *Cleistogenes kitagawae* Honda, ковыль байкальский *Stipa baicalensis* Roshev., василистник раскидистый *Thalictrum squarrosum* Steph. ex Willd. и др. Это указывает на значительную представленность экотопов, испытывающих недостаток влаги – суходольных лугов, остепнённых ценозов и других сообществ. Они преимущественно находятся в южной части области, в долине Амура, по склонам останцовых, островных гор – Остряк, Биджанские сопки, Филиппова, Широкинская и др.

Луга чередуются с болотами, занимающими понижения в рельефе, – вейниково-пушицево-осоковыми, моховыми, тростниковыми. На долю болотного типа ценоэлемента флоры ЕАО приходится 82 вида (6,6%). Можно привести примеры видов, типичных для травяных (вейник незамечаемый *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Scherb., осока ложнокурайская *Carex pseudocuraica* Fr. Schmidt, хвощ болотный *Equisetum palustre* L., лобелия сидячелистная *Lobelia sessilifolia* Lamb., вахта трехлистная *Menyanthes trifoliata* L.) и моховых (сфагновых) болот (осока Миддендорфа *Carex middendorffii* Fr. Schmidt, болотный мирт чашечный *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, росянка круглолистная *Drosera*

*rotundifolia* L., клюква мелкоплодная *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., клюква болотная *Oxycoccus palustris* Pers., голубика, гонобобель *Vaccinium uliginosum* L.). Ряд видов можно встретить как на влажных лугах, так и на болотах – осока мелкая *Carex minuta* Franch., осока Шмидта *Carex schmidtii* Meinsh., осока топяная *Carex limosa* L., кровохлебка мелкоцветная *Sanguisorba parviflora* (Maxim.) Takeda и др.

Водно-отмельный тип ценоэлемента (154 вида; 12,4%) включает 3 подтипа. Водный подтип включает виды, произрастающие в воде (шелковник волосолистный *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, красовласка болотная *Callitriche palustris* L., хвостник обыкновенный *Hippuris vulgaris* L., уруть мутовчатая *Myriophyllum verticillatum* L., лотос Комарова *Nelumbo komarovii* Grossh., рдест злаколистный *Potamogeton gramineus* L., рогульник маньчжурский *Trapa manshurica* Fler.). Виды прибрежно-водного подтипа отмечаются по берегам рек, озёр, карьеров, на мелководьях (клубнекамыш Ягара *Bolboschoenus yagara* (Ohwi) A.E. Kozhevnikov, белокрыльник болотный *Calla palustris* L., монохория Корсакова *Monochoria korsakowii* Regel et Maack, мурдания кейзак *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz., тростник высочайший *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile, ежеголовник скученный *Sparganium glomeratum* Laest. ex Beurl., рогоз Лаксмана *Typha laxmannii* Lepech. и др.). Отмельный подтип – растут в местах отступившей воды постоянных или временных водоёмов (ежовник обыкновенный *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., ситник лягушачий *Juncus ambiguus* Guss., ситник тончайший *Juncus gracillimus* (Buchenau) V. Krecz. et Gontsch., горец малый *Persicaria minor* (Huds.) Opiz, лютик распростёртый *Ranunculus reptans* L., жерушник болотный *Rorippa palustris* (L.) Bess. и др.).

Скально-осыпной тип ценоэлемента (145 видов; 11,7%) представлен во флоре области значительно, что соответствует преобладающему горному типу рельефа со скалами, осыпями, обнажениями, каменистыми склонами (хоста белокраевая *Hosta albomarginata* (Hook.) Ohwi, можжевельник даурский *Juniperus davurica* Pall., большеголовник одноцветковый *Stemmacantha uniflora* (L.) M. Dittrich, юнгия тонколистная *Youngia tenuifolia* (Willd.) Babc. et Stebbins и др.).

Синантропная ценоэлемента группа (49 видов; 4%) сосредоточена в местах постоянного или временного проживания человека, причём виды этой группы являются нередко автохтонными (спорыш птичий *Polygonum aviculare* L., смолев-

ка корейская *Silene koreana* Kom., акалифа южная *Acalypha australis* L. и др.). Они способны расти и в дикой природе, но всё же тяготеют к антропогенным ландшафтам, которых в области достаточное количество, прежде всего это земли сельскохозяйственного назначения.

Таким образом, современные условия в ЕАО наиболее благоприятны для произрастания мезофитов. Неравномерное распределение видов между остальными экологическими группами свидетельствует о многообразии природных режимов в регионе и о разнообразии типов местообитаний. Природно-климатические, экотопические условия обитания в горной и равнинной частях автономии наиболее соответствуют произрастанию растений лесного, лугового и водно-отмельного типов растительности.

**Работа выполнена в рамках госзадания ИКАРП ДВО РАН.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Антонова Л.А. Рубцова Т.А., Грибков В.В. Адвентивный компонент флоры заповедника «Бастак» // Biodiversity and Environment of Far East Reserves. 2015. № 4. С. 16–27.
2. Ван В.М. Сосудистые растения Комсомольского заповедника (Хабаровский край) // Комаровские чтения. 1988. Вып. XXXVI. С. 69–122.
3. Васильев А.Е., Воронин Н.С. Экологические группы и жизненные формы растений // Ботаника. Морфология и анатомия растений. М.: Просвещение, 1978. С. 330–360.
4. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 674 с.
5. Ворошилов В.Н. Флора советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1966. 477 с.
6. Двораковский М.С. Экология растений. М.: Высш. школа, 1983. 190 с.
7. Колесников Б.П. Обыкновенная сосна (*Pinus sylvestris* L.) на юго-восточной границе своего ареала // Бюллетень МОИП. Отделение биологическое. 1945. Т. 5–6. С. 112–125.
8. Определитель растений Приморья и Приамурья / Д.П. Воробьев, В.Н. Ворошилов, П.Г. Горовой, А.И. Шретер. М.; Л.: Наука, 1966. 491 с.
9. Реймерс Н.Ф. Основные биологические понятия и термины: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1988. 319 с.
10. Рубцова Т.А. Флора Еврейской автономной области. Хабаровск: Антар, 2017. 241 с.
11. Рубцова Т.А. Флора Малого Хингана. Владивосток: Дальнаука, 2002. 194 с.
12. Рубцова Т.А., Недолужко В.А. Дополнения к адвентивной флоре Еврейской автономной области // Бюллетень МОИП. Отделение биологическое. 1999. Т. 104, вып. 2. С. 61–62.
13. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С.С. Харкевич. Л. (СПб.): Наука, 1985. Т.1. 399 с.; 1987. Т. 2. 446 с.; 1988. Т. 3. 421 с.; 1989. Т. 4. 380 с.; 1996, Т. 8. 383 с.
14. Флора российского Дальнего Востока: доп. и изм. к изд. «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8 (1985–1996) / отв. ред. А.Е. Кожевников, Н.С. Пробатова. Владивосток: Дальнаука, 2006. 456 с.
15. Шенников А.П. Экология растений. М.: Сов. наука, 1950. 375 с.
16. Юрцев Б.А. Флора Сутар-Хаята. Л.: Наука, 1968. 235 с.
17. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Гос. ун-т, 1991. 80 с.

## ECOLOGICAL-CENOTIC ANALYSIS OF ABORIGINAL FLORA IN JEWISH AUTONOMOUS REGION

T.A. Rubtsova

*The article represents the floristic analyzes of ecological and coenotic spectra of vascular plants of the Jewish Autonomous Region's native flora. In the ecological spectrum the author allocates eight elements dependent on growing conditions associated with humidity in the territory. The coenotic spectrum is represented by six types and six subtypes of floristic elements. Mesophytes represent the predominant ecological group (419 species), and forest plants (484 species) dominate in coenotic analysis. This is due to the climate conditions and habitats location – in the mountainous or lowland parts of the Autonomy.*

**Keywords:** flora, Jewish Autonomous Region, ecological elements of flora, cenotic elements of flora.

УДК 574.34:517.925.42

## СЛОЖНЫЕ РЕЖИМЫ В МОДЕЛИ МИГРАЦИОННО СВЯЗАННЫХ СООБЩЕСТВ «ХИЩНИК–ЖЕРТВА» С БЫСТРЫМИ И МЕДЛЕННЫМИ ЦИКЛАМИ

Е.В. Курилова, М.П. Кулаков

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: katkurilova@mail.ru, k\_matvey@mail.ru

*Исследуются режимы динамики, сочетающие быстрые и медленные изменения численностей в системе миграционно связанных сообществ «хищник–жертва» с лимитированием роста жертв и насыщением хищников. Описан режим, содержащий три разных цикла в фазовом пространстве, которые отличаются периодами колебаний, а также соотношением жертв на разных территориях и режимами синхронизации между хищниками. Появление такой динамики, вероятно, связано с «катастрофой голубого неба».*

**Ключевые слова:** сообщество, «хищник–жертва», миграция, синхронизация, «катастрофа голубого неба».

### Введение

Исследование динамики сообществ типа «хищник–жертва», «паразит–хозяин», «ресурс–потребитель» и т.п. является одним из центральных направлений математической популяционной биологии [9]. Неослабевающий интерес связан, прежде всего, с расширением области применения моделей динамики подобных сообществ. Например, актуальными являются эколого-эпидемиологические модели, которые описывают распространение инфекции в сообществах, взаимодействующих по принципу «хищник–жертва», в которых хищник с разной интенсивностью поедает больных и здоровых особей [15, 17]. Интересные результаты получены при описании пространственно-временной динамики в случае миграции хищников, которые следуют за перемещениями жертв (таксис) [3, 11, 20]. С другой стороны, вызывают особый интерес сложные нелинейные явления, наблюдаемые в математических моделях таких сообществ. В частности, исследуются условия синхронного или асинхронного поведения на разных территориях [6], механизмы возникновения странных, в том числе гомоклинических, аттракторов [2], закономерности формирования сложных пространственно-временных структур [11, 13] и др.

Ранее нами была предложена модель динамики двух миграционно связанных сообществ [5, 7]. Каждое рассматриваемое сообщество представляет собой систему типа «хищник–жертва» (именуемое подсистемой). Динамика каждого из

сообществ описывается при помощи уравнений Базыкина [1]. То есть считается, что динамика численности жертв характеризуется ограниченным ростом, а число хищников в отсутствие жертв экспоненциально падает. Кроме того, число поглощенных или съеденных хищниками жертв и переработанных в собственную биомассу имеет насыщение. Другими словами, при низкой численности хищника или (и) жертв доля съеденных жертв растет быстрее, чем при высоких численностях. В иностранной литературе подобного рода зависимость известна как функциональный отклик Холлинга II типа [12]. В работах [5, 7] при исследовании этой модели основной акцент был сделан на изучении механизмов синхронизации периодической динамики двух неидентичных связанных подсистем при вариации параметра связи. Связь представляет собой симметричную миграцию хищников. Были описаны условия полной синхронизации динамики сообществ, а также ситуация, когда быстро растущее сообщество подавляет медленно растущее.

В настоящей же работе исследуются сложные режимы динамики, возникающие при частичной синхронизации динамики неидентичных сообществ на сопредельных территориях. Из-за разницы типичных времен эти режимы характеризуются сочетанием быстрых и медленных изменений численностей, а также различным соотношением синхронной и несинхронной динамики в отдельные временные периоды.

## Модель динамики двух миграционно связанных сообществ

Рассмотрим используемые модельные уравнения. Обозначим через  $X_1$ ,  $Y_1$  и  $X_2$ ,  $Y_2$  соответственно общую численность популяции жертвы и хищника в первом и втором сообществах в момент времени  $t$ . Пусть оба сообщества обитают в схожих условиях и отличаются только максимальными скоростями размножения популяции жертвы, обозначенными  $a_1$  и  $a_2$  соответственно. При этом предполагается, что внутривидовая и межвидовая конкуренция не различается на разных территориях. Это отражает ситуацию, когда на сопредельных территориях существуют два разных вида жертв, имеющих одинаковую пищевую ценность для хищника.

Предполагается, что хищники могут мигрировать между сообществами, причем количество мигрантов из сообщества пропорционально численности хищника в этом сообществе. Коэффициенты пропорциональности (коэффициенты миграций) одинаковы для обоих сообществ, т.е. связь симметричная. Гибель особей в процессе миграции неявно включается в общую смертность. Внешние факторы, влияющие на развитие сообществ, не учитываются.

Таким образом, уравнения динамики численности двух миграционно связанных сообществ «хищник–жертва» в случае лимитирования роста жертв и насыщения числа поглощенных хищниками жертв имеют вид [5, 7]:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = a_1 X_1 \frac{K - X_1}{K} - \frac{b X_1 Y_1}{1 + A X_1} \\ \dot{Y}_1 = -c Y_1 + \frac{s X_1 Y_1}{1 + A X_1} + m Y_2 - m Y_1 \\ \dot{X}_2 = a_2 X_2 \frac{K - X_2}{K} - \frac{b X_2 Y_2}{1 + A X_2} \\ \dot{Y}_2 = -c Y_2 + \frac{s X_2 Y_2}{1 + A X_2} + m Y_1 - m Y_2 \end{cases} \quad (1),$$

где  $K$  – устойчивая равновесная численность популяции жертв в каждом местообитании в отсутствии хищника,  $b$  – удельная скорость потребления популяцией хищника популяции жертвы при единичной плотности обеих популяций,  $c$  – естественная смертность хищника,  $s/b$  – коэффициент переработки потребленной хищником биомассы жертвы в собственную биомассу,  $A$  – коэффициент насыщения хищника,  $m$  – коэффициент миграции хищника.

Для уменьшения числа независимых параметров введем замену переменных:  $X_i(t) = cx(\tau)/s$ ,  $Y_i(t) = ay(\tau)/b$  и характерного времени в каждой подсистеме:  $t_i = \tau/a_i$  ( $i=1, 2$ ). В результате система уравнений (1) с восемью параметрами преобразуется к следующей системе с пятью параметрами:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 - \frac{x_1 y_1}{1 + \alpha x_1} - \varepsilon x_1^2 \\ \dot{y}_1 = -\gamma_1 y_1 + \frac{\gamma_1 x_1 u_1}{1 + \alpha x_1} + \beta \gamma_1 \left( \frac{\gamma_1}{\gamma_2} y_2 - y_1 \right) \\ \dot{x}_2 = x_2 - \frac{x_2 y_2}{1 + \alpha x_2} - \varepsilon x_2^2 \\ \dot{y}_2 = -\gamma_2 y_2 + \frac{\gamma_2 x_2 y_2}{1 + \alpha x_2} + \beta \gamma_2 \left( \frac{\gamma_2}{\gamma_1} y_1 - y_2 \right) \end{cases} \quad (2),$$

где  $\alpha = Ac/s$  – новый коэффициент насыщения хищника,  $\varepsilon = c/Ks$  – коэффициент самолимитирования жертвы,  $\gamma_i = c/a_i$  – относительная скорость снижения (убыли) численности хищников (смертности) и  $\mu_i = \beta \gamma_i = m/a_i$  ( $\beta = m/c$ ) – коэффициент миграции хищников ( $i=1, 2$ ).

Несложно заметить, что такая замена приводит к тому, что два неидентичных сообщества, которые отличаются параметрами скорости роста жертв, оказываются неотличимы от сообществ, которые отличаются смертностью хищников. Кроме того, в системе (2) связь оказывается несимметричной и число особей, покинувших территорию (эмигрантов) и пополняющих другую (иммигрантов), неравно, что можно интерпретировать как присутствие смертности в ходе миграции. Причем диспропорция ( $\gamma_1/\gamma_2$ ) между числом эмигрантов и иммигрантов растет (отлична от единицы) по мере роста различий в смертности хищников.

Необходимо заметить, что исследование систем дифференциальных уравнений традиционно состоит из вычисления особых точек или стационарных состояний, поиска условий их устойчивости, описания характерных бифуркаций, приводящих в частности к периодическим или сложным режимам динамики и др. Однако из-за сложного нелинейного вида уравнений (1) или (2) произвести полное их исследование крайне затруднительно. Вместе с тем несложно указать на существование следующих особых точек (без указания конкретных координат): тривиальная ( $\bar{x}_1 = 0, \bar{y}_2 = 0, \bar{x}_2 = 0, \bar{y}_1 = 0$ ), несколько полутривиальных ( $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, 0)$ ,  $(0, 0, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ ,  $(0, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ ), ( $\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2$ ) и др. и, наконец, нетривиальная

$(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ . Вопрос их устойчивости частично рассмотрен в [5]. В дальнейшем рассмотрим наиболее интересные сложные режимы динамики в системе (1) и укажем на бифуркационные механизмы их возникновения и трансформации.

### Сложные режимы динамики

Выберем следующие значения параметров  $\varepsilon=0,1$ ,  $\alpha=0,5$ , при которых в каждой из подсистем, в случае их независимости ( $\beta=0$ ), существуют предельные циклы с разными частотами, определяемыми значением параметров  $\gamma_i$  ( $i=1, 2$ ). Каждый из них возникает вокруг точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, 0)$  или  $(0, 0, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$  для первой и второй подсистем соответственно. Для удобства исследования зафиксируем значение скорости снижения численности хищников второго сообщества:  $\gamma_2=0,5$ . Предполагается, что эта территория с низкой скоростью роста численности жертв, что по характеру перехода от системы (1) к (2) эквивалентно высокой смертности хищников. В результате на второй территории формируется короткопериодичный цикл. Значение  $\gamma_1=0,002$ , напротив, невелико и на сопредельной территории сообщество демонстрирует длиннопериодичный цикл. Далее будем постепенно увеличивать значение скорости снижения численности хищников в первом сообществе  $\gamma_1$ . Это позволит проследить последовательность преобразований динамических режимов рассматриваемых сообществ.

В частности, обнаружено, что при небольших значениях коэффициента связи ( $0,001 < \beta < 0,01$ ) наблюдаются сложные режимы динамики, отмеченные в достаточно узком окне пространства параметров, и незначительная вариация значений одного из коэффициентов модели приводит к существенной перестройке динамики. Так, например, изменение значения параметра самолимитирования жертвы  $\varepsilon$  влечет за собой серию динамических переходов от синхронного поведения двух связанных сообществ (предельного цикла) к абсолютно несинхронным режимам динамики (тор-хаосу).

Координаты точек  $u_1(0)=1,7$ ,  $v_1(0)=6,5$ ,  $u_2(0)=5,97$ ,  $v_2(0)=1,16$  примем в качестве начальных значений численностей каждой из рассматриваемых популяций. Эти значения соответствуют точкам на быстром и медленном предельных циклах, отмеченным для изолированных подсистем. Далее все численные эксперименты проводятся при следующих значениях параметров:  $\alpha=0,5$ ,  $\beta=0,0058$ ,  $\varepsilon=0,1$ ,  $\alpha=0,5$  и  $\gamma_2=0,5$ .

Продemonстрируем некоторые обнаружен-

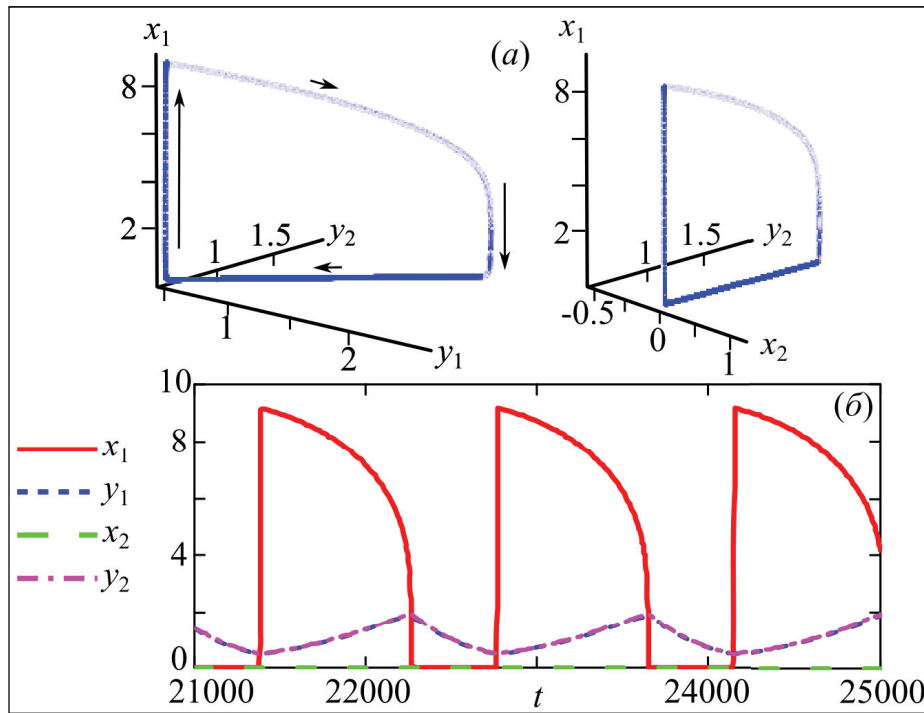
ные режимы.

При малых значениях коэффициента скорости убыли хищников ( $\gamma_1 < 0,003$ ) вокруг тривиального равновесия  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  существует асимптотически устойчивый предельный цикл. Это состояние, как и предельный цикл, реализуемый вокруг него, соответствует ненулевой численности жертвы в первом сообществе ( $\bar{x}_1 > 0$ ) и ее полному отсутствию во втором ( $\bar{x}_2 = 0$ ) (рис. 1).

Таким образом, видно, что наличие на одной из территорий более сильного сообщества (с высокой скоростью воспроизводства жертв или высокой смертностью хищника) приводит к тому, что оно ожидаемо подавляет более слабое. При этом жертвы второго сообщества уничтожаются хищниками практически полностью (их численность стремится к нулю). В этом случае численность жертв в первой популяции в несколько раз превышает численность хищников. Причем максимум численности жертвы приходится на минимум хищников обоих сообществ (рис. 1б), это указывает на то, что всплеск рождаемости жертвы возможен во время наиболее сильного снижения числа хищников. И наоборот, при достижении хищниками своей максимальной численности число жертв резко падает (стремится к нулю). На трехмерной проекции траектории системы (2) это отражается в виде предельного цикла (рис. 1а), нижняя часть которого лежит в плоскости  $(y_1, y_2)$ , а сам предельный цикл целиком реализуется в инвариантном подпространстве  $(x_1, y_1, y_2)$ .

Интересно, что отсутствие жертв во втором сообществе не препятствует перемещению хищников между сопредельными территориями в поисках пищи. В этом случае предельный цикл вокруг точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  целиком лежит на плоскости  $y_1 = y_2$ , т.е. динамика численностей хищников на обеих территориях оказывается полностью синхронной или близка к ней. Это указывает на «особую» роль второй территории, на которой хищники присутствуют лишь за счет иммиграции, а, естественно, воспроизводство за счет потребления жертв там невозможно.

Вместе с устойчивым предельным циклом вокруг точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  существует седловой цикл вокруг нетривиальной точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ . Далее в результате последовательности седло-узловой и суперкритической бифуркации Андронова-Хопфа (при  $\gamma_1 \approx 0,0031$ ) формируется новый цикл, который содержит оба этих цикла (рис. 2). Это проявляется в том, что траекторию с медлен-



**Рис. 1. а** – трехмерные проекции траектории системы (2) и **б** – динамика численности жертв и хищников на обеих территориях при  $\gamma_1=0,0028$ , значение остальных параметров указано в тексте. Стрелки указывают направление движения вдоль фазовой кривой, длина соответствует скорости изменения численностей (длинные – быстро, короткие – медленно)

**Fig. 1. a** – three-dimensional projections of the system's (2) trajectory and **б** – the dynamics of pray and predators in both territories at  $\gamma_1=0,0028$ , the value of other parameters is shown in the text above.

The arrows indicate the movement along the trajectory; their length corresponding to the rate of numbers change (long for fast, and short for slow)

ного цикла (с большим периодом) вокруг первой полутривиальной точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  начинает притягивать к быстрому циклу (с небольшим периодом) вокруг нетривиальной точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ . Эта точка и цикл в ее окрестности соответствуют одновременному существованию всех популяций (рис. 2а).

Переход к быстрому (пачечному) режиму сопровождается появлением ранее отсутствовавших на второй территории жертв, число которых оказывается много меньше жертв на первой территории (с высокой скоростью воспроизводства) (рис. 2б). Динамика на второй территории при этом демонстрирует затухающие колебания, а численность хищников синхронно следует за изменением числа жертв до момента полного их уничтожения на второй территории (рис. 2в). После чего модельная траектория возвращается на медленный цикл (тонический режим). Другим словами, после почти полного уничтожения жертвы второго сообщества хищники перемещаются на

сопредельную территорию и участвуют в поедании жертвы первого сообщества до практически полного ее уничтожения. В результате в определенные моменты времени жертвы в обоих сообществах практически отсутствуют, а число хищников монотонно и с одинаковым темпом падает. На трехмерной проекции модельной траектории (рис. 2а) данный довольно большой временной отрезок соответствует части траектории, лежащей в плоскости  $y_1=cy_2$  ( $c \approx 1$ ). При достижении определенной критической численности хищников траектория с тонического вновь переходит на быстрый пачечный режим вокруг нетривиальной точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$  и режим повторяется.

Можно отметить, что описанное динамическое поведение сочетает в себе как быструю колебательную или пачечную динамику с ненулевыми численностями хищников и жертв на обеих территориях, так и медленную тоническую динамику, соответствующую почти нулевой численности жертв на второй территории. Кроме того,

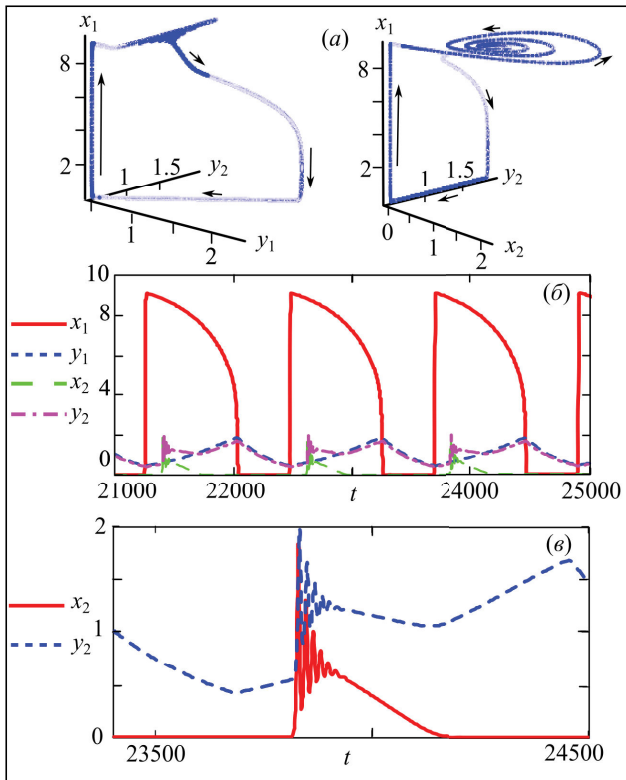


Рис. 2. а – трехмерные проекции траектории системы (2), б – динамика численности хищников и жертв на обеих территориях, в – динамика второго сообщества при  $\gamma_i=0,0031$

Fig. 2. a – three-dimensional projections of the system's trajectory (2), б – the dynamics of pray and predators in both territories, в – the second community dynamics at  $\gamma_i=0.0031$

переход между двумя этими циклами оказывается очень быстрым (взрывным). По всей видимости, подобный тип динамики в системе (2) возникает в результате «катастрофы голубого неба», описанной и изученной в работах Л.П. Шильникова, А.Л. Шильникова и Д.В. Тураева [8, 19]. Эта бифуркация позволяет, в частности, объяснить наблюдаемый для ряда биологических систем тип динамики, содержащий быстрые всплески, периоды быстрых колебаний с большим размахом, которые чередуются периодами медленной ровной динамики и т.п. Это, например, работы, связанные с изучением нейронной и клеточной активности [4, 10, 18], а также исследованием систем типа «ресурс-потребитель» (лес и растительные насекомые) [14, 16] и др. По аналогии с некоторыми цитируемыми работами далее будем называть описанную динамику «траекторией голубого неба».

Дальнейшее изменение параметра убы-

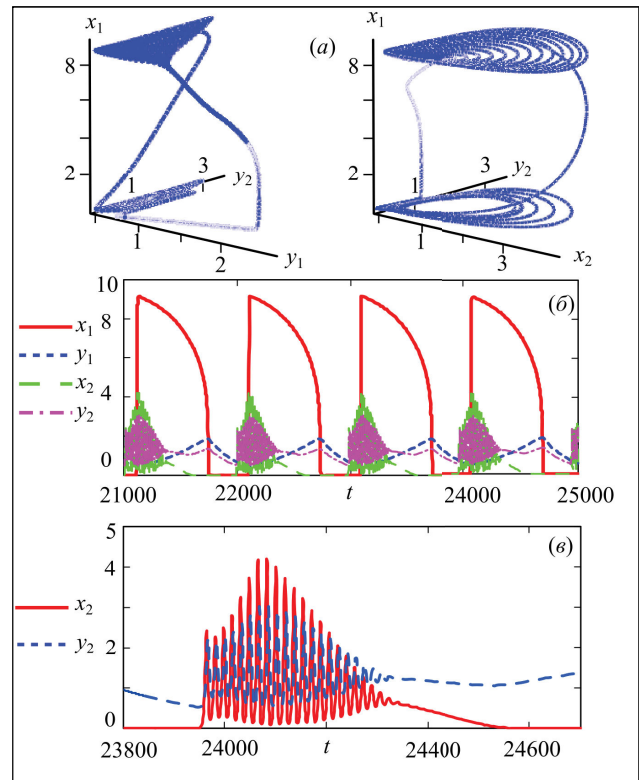


Рис. 3. а – трехмерные проекции траектории системы (2), б – динамика численности хищников и жертв на обеих территориях, в – динамика второго сообщества при  $\gamma_i=0,004$

Fig. 3. a – three-dimensional projections of the system's trajectory (2) б – the dynamics of pray and predators in both territories, в – the dynamics of second communities at  $\gamma_i=0.004$

ли хищника на первой территории до значения  $\gamma_i=0,004$  приводит к существенной перестройке характера колебаний (рис. 3). Так, после полного уничтожения хищниками жертв первого сообщества траектория с цикла вокруг точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  притягивается к новому циклу вокруг третьей точки  $(0, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ , которая соответствует отсутствию жертвы, на этот раз в первом сообществе, а затем к циклу вокруг нетривиального равновесия  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ .

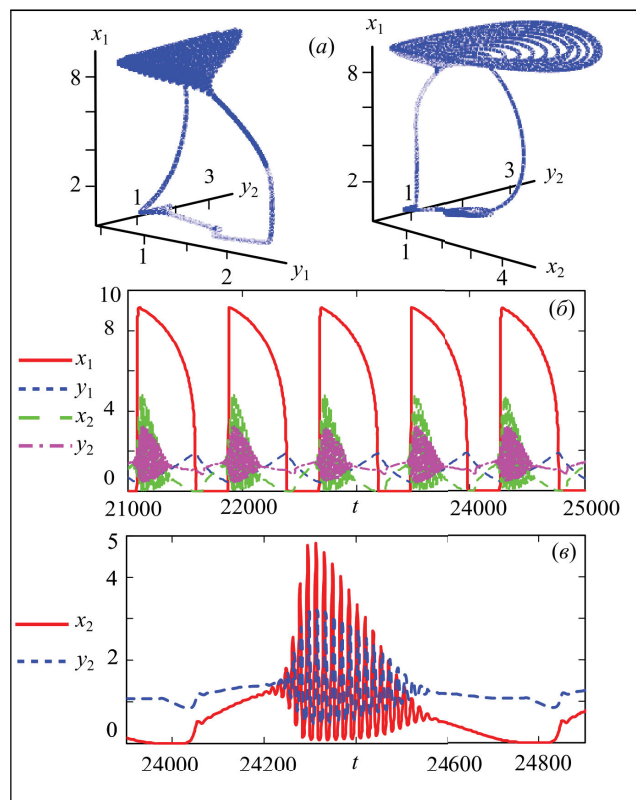
В этом случае характер колебаний и форма пачки претерпевают значительные изменения. Например, в предыдущем примере после перехода с пачечного на тонический режим численность хищников и жертв на второй территории очень быстро достигала максимальных значений, после чего следовали затухающие колебания, а пачка имела треугольную форму (рис. 2в). Причем это происходит только после восстановления жертв на



первой территории (рис. 2б). В данном же случае после выхода на быстрый режим жертвы сначала восстанавливаются на второй территории, а только после этого на первой. При этом случае периодическая траектория концентрируется вокруг точки  $(0, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ , а колебания какое-то время раскачиваются до максимальной амплитуды в пачке. Затем, после того как жертвы восстанавливаются на первой территории, траекторию перебрасывает в окрестность точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$  и колебания сменяются затухающими. В результате пачка имеет усеченную ромбовидную форму (рис. 3в). Таким образом, образуется два колебательных пачечных режима, соединенных между собой тоническим, что приводит к своего рода «удвоению» траектории голубого неба (рис. 3а). В данном случае тонический режим соответствует периоду времени, необходимому для полного восстановления жертв на обеих территориях или, соответственно, для их почти полного уничтожения.

Данный сценарий, наблюдаемый при более высоких значениях  $\gamma_1$ , интересен тем, что жертвы по-прежнему могут отсутствовать на обеих территориях, но заметно менее продолжительное время. С одной стороны, это проявляется в том, что восстановление популяции жертв на второй территории происходит раньше, чем на первой. С другой, наблюдается более ранний выход на пачечный режим и увеличивается размер пачки, т.е. растет число витков вокруг точки  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ . Переход между пачечным и тоническим режимами может быть резким, как, например, при  $\gamma_1=0,004$  (рис. 3), либо относительно медленным, как, например, при  $\gamma_1=0,005$  (рис. 4). В последнем случае траектория «медленно» переходит из окрестности точки  $(0, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  в окрестность  $(0, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$  и формируются раскачивающиеся колебания численности жертв и хищников на второй территории, которые сменяются затухающими, после того как траектория оказывается рядом с нетривиальной точкой  $(\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2)$ . В результате пачка приобретает ромбовидную окрестность (рис. 4в).

Важно отметить, что динамика хищников на разных территориях с ростом параметра убыли хищника становится менее синхронной, чем в случае «простой» траектории голубого неба. Например, при  $\gamma_1 < 0,005$  в тонической части траектория частично лежит в плоскости  $y_1 = qy_2$  ( $q > 0$ ). Уже при  $\gamma_1 \geq 0,005$  синхронизация нарушается и на тонической части траектории динамика хищников оказывается несинфазной. Причем сразу после



**Рис. 4.** а) – трехмерные проекции траектории системы (2), б – динамика численности хищников и жертв на обеих территориях, в – динамика второго сообщества при  $\gamma_1=0,005$

**Fig. 4.** a – three-dimensional projections of the system's trajectory (2), б – the dynamics of pray and predators in both territories, в – the dynamics of second communities at  $\gamma_1=0.005$

выхода с пачечного режима число хищников монотонно падает и точки в фазовом пространстве частично лежат на плоскости  $y_1 = qy_2$  ( $q > 0$ ). После чего траекторию притягивает к циклу в окрестности точки  $(0, \bar{y}_1, 0, \bar{y}_2)$  и динамика хищников оказывается противофазной, а траектория лежит на плоскости  $y_1 = w - \nu y_2$  ( $w > 0, \nu > 0$ ).

#### Заключение

Таким образом, в системах двух связанных неидентичных сообществ «хищник–жертва» обнаружена периодическая динамика, которая содержит быстрые и медленные периодические изменения численности (циклы), названные траекторией голубого неба. Причем по отдельности каждый из этих циклов соответствует разным соотношениям хищников и жертв на сопредельных территориях. При медленных движениях второе, более слабое сообщество (с высокой смертностью хищников или низкой рождаемостью жертв), полностью по-

давляется первым. При быстрых движениях можно выделить периоды времени, когда оба сообщества сосуществуют. Обнаружено, что в разных частях этого сложного цикла динамика хищников и жертв может содержать как синхронные, так и асинхронные участки. Последние наблюдаются в тот момент, когда траекторию голубого неба «втягивает» новый быстрый цикл, соответствующий короткому периоду превалирования слабого сообщества над сильным (с низкой смертностью хищников или высокой скоростью роста жертв). По всей видимости, это возможно до тех пор, пока сильное сообщество не успело восстановиться.

**Работа выполнена в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН и частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-51-45004 ИИД\_а).**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. 182 с.
2. Баханова Ю.В., Казаков А.О., Коротков А.Г. Спиральный хаос в моделях типа Лотки-Вольтерры // Журнал средневожского математического общества. 2017. Т. 19, № 2. С. 13–24. DOI: 10.15507/2079-6900.19.201701.013-024.
3. Говорухин В.Н., Моргулис А.Б., Тютюнов Ю.В. Медленный таксис в модели «хищник–жертва» // Доклады Академии наук. 2000. Т. 372, № 6. С. 730–732.
4. Коломиец М., Шильников А. Методы качественной теории для модели Хиндмарш-Розу // Нелинейная динамика. 2010. Т. 6, № 1. С. 23–52. DOI: 10.20537/nd1001003.
5. Курилова Е.В. Синхронизация колебаний в динамике численности двух миграционно связанных сообществ «хищник–жертва» // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 2. С. 35–39.
6. Курилова Е.В., Кулаков М.П. Условия синхронизации численности двух взаимосвязанных сообществ (на основе модели Лотки-Вольтерра) // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 1. С. 5–8.
7. Курилова Е.В., Кулаков М.П., Фрисман Е.Я. Последствия синхронизации колебаний численностей в двух взаимодействующих сообществах типа «хищник – жертва» при насыщении хищника и лимитировании численности жертвы // Информатика и системы управления. 2015. Т. 45, № 3. С. 24–34.
8. Тураев Д.В., Шильников Л.П. О катастрофах голубого неба // Доклады АН СССР. 1995. Т. 342, № 5. С. 596–599.
9. Фрисман Е.Я., Кулаков М.П., Ревуцкая О.Л., Жданова О.Л., Неверова Г.П. Основные направления и обзор современного состояния исследований динамики структурированных и взаимодействующих популяций // Компьютерные исследования и моделирование. 2019. Т. 11, № 1. С. 119–151.
10. Belykh V.N., Belykh I.V., Colding-Jørgensen M., Mosekilde E. Homoclinic bifurcations leading to the emergence of bursting oscillations in cell models // Eur. Phys. J. E. 2000. N 3. P. 205–219.
11. Comins H.N., Hassell M.P., May R.M. The spatial dynamics of host-parasitoid systems // J. Animal Ecology. 1992. Vol. 61. P. 735–748. DOI: 10.2307/5627.
12. Holling, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism // Canadian Entomologist. 1959. Vol. 91. P. 385–398. DOI: 10.4039/Ent91385-7.
13. Huang T., Zhang H. Bifurcation, chaos and pattern formation in a space-and time-discrete predator-prey system // Chaos, Solitons & Fractals. 2016. Vol. 91. P. 92–107. DOI: 10.1016/j.chaos.2016.05.009.
14. Khibnik A.I., Kondrashov A.S. Three mechanisms of Red Queen dynamics // Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 1997. Vol. 264. P. 1049–1056. DOI: 10.1098/rspb.1997.0145.
15. Mukhopadhyay B., Bhattacharyya R. Role of predator switching in an eco-epidemiological model with disease in the prey // Ecological Modelling. 2009. Vol. 220, N 7. PP. 931–939. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2009.01.016.
16. Rinaldi S., Muratori S. Slow-fast limit cycles in predator-prey models // Ecological Modelling. 1992. Vol. 61. P. 287–308.
17. Saifuddin Md., Biswas S., Samanta S., Sarkar S., Chattopadhyay J. Complex dynamics of an eco-epidemiological model with different competition coefficients and weak Allee in the predator // Chaos, Solitons & Fractals. 2016. Vol. 91. P. 270–285. DOI: 10.1016/j.chaos.2016.06.009.
18. Shilnikov A. Cymbalyuk G. Homoclinic bifurcations of periodic orbits en a route from tonic-spiking to bursting in neuron models // Regular and Chaotic Dynamics. 2004. Vol. 9, N 3. P. 281–297. DOI: 10.1070/RD2004v009n03ABEH000281.

19. Shilnikov A., Shilnikov L., Turaev D. Blue-sky catastrophe in singularly perturbed systems // Moscow Mathematical Journal. 2005. Vol. 5, N 1. P. 269–282.
20. Tyutyunov Yu.V., Titova L.I., Senina I.N. Prey-taxis destabilizes homogeneous stationary state in spatial Gause-Kolmogorov-type model for predator-prey system // Ecological Complexity. 2017. Vol. 31. P. 170–180.

COMPLEX DYNAMICAL REGIMES IN THE MODEL OF PREDATOR-PREY COMMUNITIES COUPLED BY MIGRATION WITH FAST AND SLOW CYCLES

E.V. Kurilova, M.P. Kulakov

*The article considers the regimes that combine fast and slow cycles in the system of predator-prey communities coupled by migration, with the logistic growth of prey and nonlinear response of predators. We describe a periodic trajectory containing three different motions in phase space, which differ in periods of oscillation, as well as in the ratio of prey in different territories and synchronization between predators' numbers. The emergence of such dynamics is probably connected with the «blue sky catastrophe».*

**Keywords:** *community, predator-prey, migration, synchronization, «blue sky catastrophe».*

## ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 553.411

### О ЗОЛОТОНОСНОСТИ ВОЗМОЖНОГО ШТОКВЕРКА В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Жирнов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: zhantmich@yandex.ru

*Рассматриваются перспективы предполагаемого золотоносного штокверка в центральной части Талачинского золотоносного поля в верховье р. Биджан, на левобережье р. Амур. Протяженное рудное поле (6 км) расположено в крупном широтном грабене, в глинистых сланцах рифея, на южном продолжении меридионального Костеньгинского железорудного месторождения. В процессе геологической съемки 1978 г. в пределах Талачинского золотоносного поля выявлены аномальные признаки золота, меди, свинца, цинка. По данным выполненного нами геохимического опробования элювиального мелкозема в центральной части золотоносного поля, на водоразделе установлена повышенная золотоносность рыхлых отложений на выровненной площади размером 500x200 м, с содержаниями золота на уровне 0,2–1,0 г/т, связанная с предполагаемым штокверком. Ресурсы золота в таком штокверке до глубины 500 м могут быть промышленными и значительными (более 100 т).*

**Ключевые слова:** глинистые сланцы рифея, возможный золотоносный штокверк, ресурсы золота.

#### Введение

Золотоносные россыпи выявлены и эксплуатируются в западной части Еврейской автономной области с середины XIX века. Однако коренных месторождений золота не выявлено до настоящего времени. В 1978 г. при проведении геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 в бассейне р. Талачи было выявлено несколько золотоносных участков, в том числе Талачинское золотоносное поле (М.А. Алексеев). При проведении повторных геологических съемок масштаба 1:200 000 в 1995–2000 гг. были выявлены лишь отдельные локальные геохимические аномалии золота по данным донного опробования водотоков. Для поисков коренных месторождений золота рекомендованы два участка: участок Бушуминский, на левобережье р. Сутара с ресурсами золота 32 т по категории РЗ [5], и участок Верхне-Биджанский, с аномальными содержаниями золота в донных пробах водотоков бассейнов рек Талачи и Мами [1].

Крупные ресурсы золота прогнозируются в ряде железорудных месторождений региона [6, 7], что свидетельствует (наряду с россыпями золота) о потенциальной возможности глубинных рудогенерирующих источников поставлять к поверхности земной коры золотосодержащие растворы

и, следовательно, о возможности формирования на территории области собственно золоторудных месторождений. Перспективы золотоносности региона на коренное золото подчеркивают и другие авторы: «не исключено, что в рудном поле месторождения Поперечного и ...за пределами исследований остались значительные объемы ценных руд с благородными металлами» [11, с. 62].

В границах золотороссыпных районов и за их пределами есть несколько участков с возможными перспективами выявления коренных месторождений золота [6]. Одним из таких участков является Талачинское золотоносное поле в верховье р. Биджан.

Первые признаки золотоносности Талачинского поля получены в 1978 г. в донных пробах водотоков, дренирующих водораздел ручья Мучного и р. Талачи (М.А. Алексеев).

В 2002–2003 гг. Биджанское горно-геологическое предприятие провело прогнозно-поисковые маршруты на отдельных золотоносных участках, в том числе и в пределах Талачинского участка.

Цель статьи – изложить результаты проведенных прогнозно-поисковых маршрутов и охарактеризовать благоприятные геолого-тектонические предпосылки, позволяющие предполо-

жить положение золотоносного мегаштокверка с возможными промышленными ресурсами золота категории Р3.

#### Объект и методы исследования

Объектом исследования является центральная часть Талачинского горного водораздела длиной 6 км между ручьем Мучным и р. Талачи в верховье р. Биджан. Метод исследования – единичные прогнозно-поисковые маршруты с геохимическим опробованием делювиально-элювиального мелкозема из копуш глубиной 0,3 м. Пройдено четыре маршрута поперек простирания горного водораздела через 200–300 м друг от друга с шагом опробования в каждом маршруте через 50 м.

#### Геологическое строение площади

Талачинское золотоносное поле находится в центральной части Облученского района Еврейской автономной области, в 50 км южнее пос. Известковский (рис. 1).

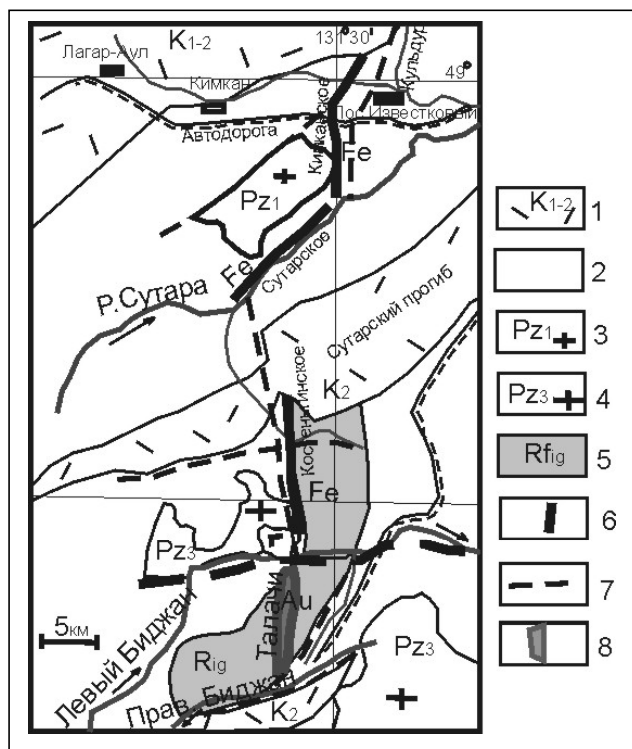
Геологическое строение площади определяют кембро-рифейские глинистые сланцы и песчаники, прорванные двумя крупными вулканогенными структурами мелового возраста – Хингано-Олонойской на севере, Сутарской – в центре площади, а также отдельными массивами палеозойских гранитов и габбро. Важной тектонической структурой площади является Кульдуру-Костеньгинский долгоживущий разлом меридионального простирания, пересекающий пос. Известковский в западной части (рис. 1). В зоне этого разлома ло-

кализованы главные железорудные месторождения района – Кимканское (на севере), Сутарское в центре и Костеньгинское месторождение на юге площади [7, 12]. Костеньгинское месторождение железа длиной 8 км примыкает с запада к гранитному массиву и ограничивается на юге крупным Биджанским широтным разломом.

Южнее Костеньгинского месторождения находится Биджанский тектонический грабен широтного простирания, заключенный между двумя широтными разломами, совмещенными с долинами рек Правый Биджан и Левый Биджан. Именно в этом тектоническом грабене локализовано Талачинское золотоносное поле меридионального простирания длиной около 6 км. Оно примыкает на севере к Биджанскому широтному блокоограничивающему разлому и в структурном плане находится на южном продолжении Кульдуру-Костеньгинского разлома, контролирующего железорудные месторождения района.

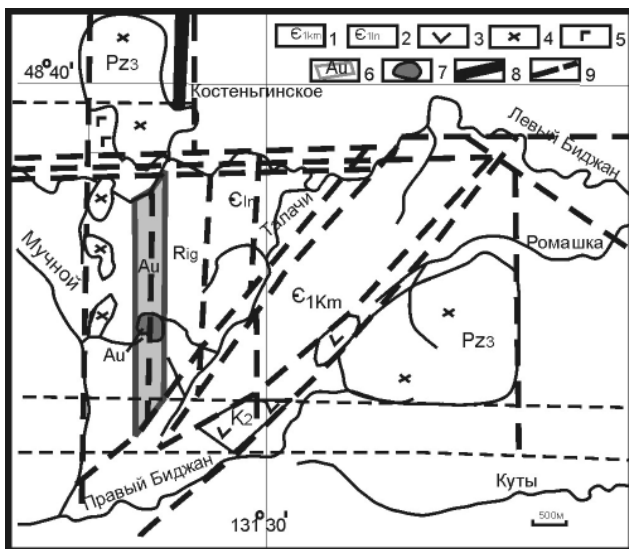
Палеозойский массив гранитов, обнажающийся в западной части Костеньгинского рудного поля, в южном Биджанском блоке находится на глубине. На поверхности он проявляется цепочкой мелких массивов гранитов в западной части Биджанского тектонического блока (рис. 2) и отдельными меридиональными дайками гранодиоритов в центральной части этого блока.

Талачинское золотоносное поле пространственно совмещено с меридиональным горным



*Рис. 1. Положение Кульдуру-Костеньгинского рудолокализирующего разлома в Хинганской рудоносной области [6, 7]: 1 – кислые эффузивы Хингано-Олонойской впадины; 2 – протерозой-кембрийские терригенно-карбонатные породы; 3 – раннепалеозойские граниты; 4 – позднепалеозойские граниты; 5 – рудовмещающие глинистые сланцы рифейского возраста; 6 – железорудные месторождения: Кимканское, Сутарское, Костеньгинское; 7 – некоторые разломы; 8 – Талачинское золотоносное поле*

*Fig. 1. Position of the Kuldur-Kostenginskaya ore-localizing fault in the Khingan ore-bearing region [6, 7]: 1 – acid effusives of the Khingan-Olonoy depression; 2 – Proterozoic-Cambrian terrigenous-carbonate rocks; 3 – Early Paleozoic granites 4 – Late Paleozoic granites 5 – Riphean ore-bearing shales; 6 – iron ore deposits: Kimkanskoje, Sutarskoje, Kostenginskoye; 7 – some faults; 8 – Talachinskoye gold-bearing field*



**Рис. 2.** Положение Талачинского золотоносного поля в Верхне-Биджанском районе [6]. С учетом данных М.Н. Алексеева (1978) и А.М. Жирнова (2003): 1 – горные породы кимканской толщи раннего кембрия; 2 – горные породы игинчинской свиты рифея; 3 – поля меловых эффузивов; 4 – граниты позднепалеозойские; 5 – габбро палеозойского возраста; 6 – Талачинское золотоносное поле; 7 – Талачинский золотоносный штокверк; 8 – Костеньгинское железорудное месторождение; 9 – разломы

**Fig. 2.** Position of the Talachinsky gold-bearing field in the Verkhnebidzhansky district [6] using the data by M.N. Alekseev (1978) and A.M. Zhironov (2003): 1 – rocks of the Kimkan stratum of the early Cambrian; 2 – rocks of the Iginchi Formation of Riphean age; 3 – Cretaceous effusive fields; 4 – Late Paleozoic granites; 5 – Paleozoic gabbro; 6 – Talachinsky gold-bearing field; 7 – Talachinsky gold-bearing stockwork; 8 – Kostenginsky iron ore deposit; 9 – faults

горстом, разделяющим крупный ручей Мучной на западе и р. Талачи на востоке. Гребень горста находится на абсолютных отметках 500–530 м и на 300–350 м превышает абсолютные отметки долин рр. Биджан и Талачи. Таким образом, Биджанский тектонический блок был первоначально, в палеозое, опущен на глубину 200–300 м, а затем, в позднем мезозое, приподнят на высоту около 600–800 м, что характеризует его как весьма подвижный тектонический блок.

По данным геологической съемки масштаба 1:50 000, проведенной в 1978 г. М.Н. Алексеевым,

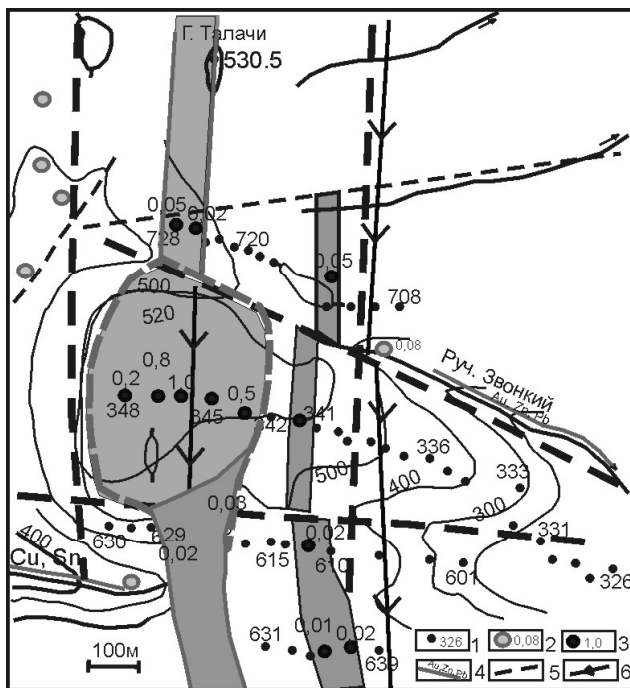
многие водотоки, дренирующие водораздельный горст в междуречье Мучного и Талачи, характеризуются в донных пробах повышенными содержаниями меди, свинца и цинка, с присутствием золота (в отдельных пробах до 0,08 г/т).

### Результаты

В 2002–2003 гг. в центральной части Талачинского золотоносного поля было проведено четыре геологических маршрута, ориентированных поперек Талачинского горного водораздела. Маршруты сопровождалось геохимическим опробованием делювиально-элювиальных отложений из копуш глубиной 0,3–0,5 м, с шагом опробования 50 м. Целевая задача – проверка степени золотоносности локального участка на водоразделе, являющегося источником геохимических потоков золота, меди, цинка и свинца, в дренирующих его водотоках. Золото-спектральные анализы отобранных геохимических проб выполнены в лаборатории Дальневосточного института минерального сырья (г. Хабаровск), аналитик Н.В. Потапова.

Склоны горного водораздела повсеместно покрыты делювиальными отложениями, представленными главным образом глинистыми сланцами с редкими участками песчаников, которые относились предшественниками к игинчинской свите рифейского возраста [8]. По данным анализов геохимических проб, на гребне горного водораздела установлена крупная геохимическая аномалия золота в мелкоземной элювии, размером 500x200 м. Содержания золота в пробах, отобранных в пределах аномального участка, варьировали от 0,2 до 1,0 г/т. Эта аномалия совпадает с плоской округлой вершиной на гребне хребта, что позволяет интерпретировать ее как верхнюю эродированную часть субвертикального золотоносного штокверка.

Золотоносная геохимическая зона установлена на водоразделе и к северу, и к югу от крупной золотоносной горы, но сравнительно небольшой ширины (около 30 м) и с меньшими содержаниями золота, на уровне 0,01–0,05 г/т (рис. 3). Эти данные свидетельствуют о совпадении с гребневой частью водораздела минерализованной золотоносной зоны, послужившей источником геохимических потоков цветных металлов и золота во многих водотоках, дренирующих Талачинский меридиональный водораздел. Находки отдельных обломков гранодиоритов в материале копуш свидетельствуют также и о контроле рудоносной зоны дайками гранодиоритов. В материале копуш обычно отсутствовали обломки кварца,



**Рис. 3. Положение возможного Талачинско-го мегаштокверка с данными геохимического опробования поверхности. По данным А.М. Жирнова, 2003 г.: 1 – точки геологических наблюдений материала из копуш и их номера; 2 – точки отбора донных проб, с содержаниями золота (по данным М.Н. Алексева, 1978 г.); 3 – точки отбора литохимических проб из мелкозема копуш в 2002–2003 гг., с содержаниями золота, по золото-спектральному анализу; 4 – потоки цветных металлов и золота в мелких водотоках, по данным М.Н. Алексева; 5 – предполагаемые разломы; 6 – дайки гранодиоритов**

**Fig. 3. Position of the Talachinsky possible mega-stockwork, with the data of geochemical sampling of the surface by A.M. Zhirnov, 2003: 1 – points of observation of geological material from pits, and their numbers; 2 – points of sampling from bottom streams with gold content (according to M.N. Alekseev, 1978); 3 – points for litho-chemical sampling from pits with gold contents, with gold spectral analysis, in 2002–2003; 4 – flows of non-ferrous metals and gold in shallow streams, according to M.N. Alekseev; 5 – estimated faults; 6 – granodiorite dikes**

а сам материал имел нередко рыже-бурую окраску, свидетельствующую о химическом разложении сульфидных минералов. Учитывая аномальные содержания меди, свинца и цинка в донных потоках ряда ручьев (рис. 2), в первичных рудах

присутствуют пирит, халькопирит, галенит и сфалерит. Поэтому золотое оруденение в первичных рудах возможного Талачинского штокверка правомерно отнести к вкрапленной золото-сульфидной формации.

Расположение геохимической аномалии золота и возможного штокверка на высоте 350 м выше уровня долин рек Биджан и Талачи позволяет разрабатывать возможное месторождение открытым способом до глубины 400–500 м от поверхности.

### Обсуждение

Как известно, содержания золота во вторичных ореолах золоторудных полей составляют обычно 0,01–0,1 г/т, во вторичных ореолах конкретных месторождений они достигают значений 0,1–0,5 г/т [10]. Таким образом, установленные содержания золота в округлой геохимической аномалии, на уровне 0,2–1,0 г/т, в полной мере соответствуют уровню содержания золота в промышленных месторождениях золота золото-сульфидной формации. В подобных месторождениях содержания золота составляют обычно 1–3 г/т [2]. И именно подобные штокверковые, крупнотоннажные месторождения с низкими содержаниями золота, порядка 0,5–1,5 г/т, представляют в последнее время главный интерес в мировой золотодобыче [4].

В зависимости от ширины вкрапленных рудоносных зон они разделяются на минерализованные зоны, при ширине 3–20 м, штокверки, при ширине 25–100 м, и мегаштокверки с шириной 150–500 м и более [1]. Поэтому выявленную золотоносную аномалию на водоразделе Талачи размером 500–200 м можно с полным правом отнести к группе крупных аномалий, отвечающих размерам крупного тела округлой формы типа штокверка (возможно – мегаштокверка, что определится при заверке аномалии горными выработками).

Повышенная золотоносность предполагаемого мегаштокверка объясняется геодинамическими причинами его формирования – в режиме нисходящих-восходящих тектонических движений: вначале образовался глубокий палеозойский грабен, затем путем его инверсии в мезозое возник высокий горный горст. Подобная геодинамическая обстановка характерна для формирования многих крупных месторождений в Восточном Забайкалье: «на примере Восточного Забайкалья показано, что при металлогенических исследованиях важное значение приобретает учет вертикальных разнонаправленных перемещений различных участков земной коры..., испытавших

в палеозое погружение, а затем в мезозое поднятие» [13, с. 29]. Важнейшая роль циклических грабено-горстовых структур (тектонических членочных диапиров) доказана в последние годы и для локализации многих крупных месторождений золота Дальнего Востока [6].

Для решения вопроса о возможной глубине золотоносного штокверка важны данные разведки Костеньгинского месторождения железа, расположенного на северном фланге Талачинской золотоносной зоны. Ширина этого месторождения равна 15–50 м, глубина разведки 600 м [13]. Следовательно, глубина Талачинского штокверка не может быть меньше указанной величины в 600 м.

Согласно Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов [9], ресурсы их по категориям Р2 и Р3 должны определяться до глубин, доступных для эксплуатации (не менее 500 м) и основываться, в том числе, на аналогиях с известными месторождениями того же формационного типа (по форме, размерам, качеству руд и содержанию золота). Об этом свидетельствуют и рекомендации многих авторов о необходимости тщательного сопоставления исследуемых рудопроявлений с эталонными месторождениями сходного формационного типа, детально разведанными горными выработками до большой глубины, и использования некоторых параметров их [3].

В России к крупнотоннажным месторождениям с низкими содержаниями золота (0,5–2 г/т) относятся Олимпиадинское в Иркутской области, Наталкинское в Магаданской области, Мало-мырское в Амурской области, Ключевское в Читинской области [2, 4].

#### Выводы

1. Выявленное Талачинское золотоносное поле локализовано на южном фланге протяженного регионального разлома меридионального простирания, вмещающего крупные разведанные месторождения железа Хинганской рудоносной области.
2. Золотоносное поле расположено в надинтрузивной зоне и приурочено к поперечному широтному грабену длительного развития в геодинамическом режиме нисходящих–восходящих тектонических движений, следствием чего стал высокий горный водораздел с золотоносным полем в его гребневой части и согласными дайками гранодиорит-порфиров.
3. В центральной части Талачинского меридионального горного горста выявлена в элювиальном мелкоземле крупная геохимическая аномалия золота размером 500x200 м, с со-

держаниями золота на уровне 0,2–1,0 г/т. Она совпадает с округлой плоской вершиной, представляющей собой, по-видимому, верхнюю часть золотоносного штокверка.

4. Глубина золотоносного штокверка принимается равной 500 м согласно [9] и по аналогии с разведанным до глубины 600 м Костеньгинским месторождением железа – на северном фланге Талачинского рудного поля. При возможном содержании золота в предполагаемом штокверке на уровне 1–3 г/т ресурсы золота в нем могут быть большими (порядка 100 т).
5. Первоочередной задачей дальнейшего изучения выявленной геохимической аномалии золота является проходка серии коротких канав или шурфов для вскрытия коренных пород, определения геологической природы их и для отбора бороздовых проб из коренных пород для пробирного анализа на золото.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Атрашенко А.Ф., Беломестнова Т.Д., Жевержеева М.К. Государственная геологическая карта масштаба 1:200 000. Листы М-52-XXXV, XXXVI (Еврейская автономная область). Хабаровск, 2001.
2. Беневольский Б.И. Золото России. М.: Геоинформмарк, 2002. 464 с.
3. Бойцов В.Е., Вальков В.О., Фролов А.А. Факторы локализации и прогноз оруденения. М.: Недра, 1991. 235 с.
4. Волков А.В., Сидоров А.А. Крупнотоннажные месторождения золота // Вестник РАН. 2012. Т. 82, № 11. С. 992–998.
5. Добкин С.Н. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Лист М-52-XXX. Изд. 2-е. Верхоянская серия. Хабаровск, 2000.
6. Жирнов А.М. Металлогения золота Дальнего Востока: на линеаментно-плюмовой основе. Владивосток: Дальнаука, 2012. 248 с.
7. Жирнов А.М. Благороднометалльные железомарганцевые месторождения Кимканского бассейна Дальнего Востока // Литология и полезные ископаемые. 2016. № 5. С. 431–447.
8. Карта полезных ископаемых Еврейской автономной области. Масштаб 1:500 000 / гл. ред. М.В. Мартынюк. Центральная тематическая партия ДВГО, 1990 г.
9. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов: сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. М.: ГКЗ РФ, 1998.



10. Методика локального прогноза скрытых месторождений золота и серебра. М.: Изд-во ЦНИГРИ, 1989. 160 с.
11. Невструев В.Г., Бердников Н.В., Саксин Б.Г. Новый тип благороднометальной минерализации в флюодолитах месторождения Поперечного (Малый Хинган, Россия) // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38, № 1. С. 53–63.
12. Онихимовский В.В., Беломестных Ю.С. Полезные ископаемые Хабаровского края. Хабаровск: Дальгеолком, 1996. 484 с.
13. Прогнозирование рудоносных площадей. М.: Наука, 1976. 275 с.

## ON THE POSSIBLE GOLD STOCKWORK IN JEWISH AUTONOMOUS REGION

A.M. Zhirnov

*The author considers prospects for the possible gold stockwork in the central part of the Talachinsky gold-bearing field in the upper reaches of the Bidzhan River – on the left bank of the Amur River. The ecological survey carried out in 1978 showed the signs of significant gold, copper, lead, and zinc reserves within the Talachinsky gold-bearing field. According to our geochemical sampling of eluvial loose rocks in the central part of the gold-bearing field and at the watershed, it was revealed an increased gold content in loose sediments on the leveled area of 500x200 m, with gold content of 0.3–1.5 g / t. Gold resources in such a stockwork to the depth of 500m are estimated as much as 100 tons.*

**Keywords:** Riphean clay shale, possible gold stockwork, gold resources.

УДК 550.7

## ХИМИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ КАССИТЕРИТА КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ РАССЕЙНИЯ ОЛОВА В РАСТЕНИЯХ

П.В. Ивашов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,  
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: iver@iver.as.khb.ru

*Для доказательства природного выветривания (растворения) касситерита (минерала олова) в зоне гипергенеза и как следствие формирования биогеохимических ореолов рассеяния олова в растениях на оловорудных месторождениях проведено экспериментальное моделирование химического выветривания этого минерала в лабораторных условиях. Реагентами-растворителями были чистая дистиллированная вода, низкомолекулярные органические кислоты (щавелевая и лимонная) и серная кислота с заданными концентрациями, приближенными к природным условиям. Оказалось, что все четыре реагента успешно растворяют касситерит, исходное вещество которого было в виде фракций размером меньше 0,25 мм. По степени усиления растворяющего действия реагенты составляют ряд: вода – щавелевая кислота – лимонная кислота – серная кислота.*

**Ключевые слова:** касситерит, растворение, вода, органические и неорганические кислоты, биогеохимические ореолы рассеяния олова в растениях.

Касситерит –  $\text{SnO}_2$  – является основным минералом оловянных руд, в том числе и россыпей [12, 18]. Известно, что этот минерал с его изометрической каркасной структурой кристаллической решетки, геохимическим составом, плотнейшей упаковкой атомов в кристалле, высокой твердостью (6–7 по шкале Мооса), значительной удельной массоплотностью порядка 6,8–7,1 и другими физико-химическими и кристаллохимическими параметрами является одним из самых устойчивых к химическому выветриванию (растворению) минералов в зоне гипергенеза [4, 8, 19]. О высокой устойчивости касситерита к процессам химического выветривания в свое время академик А.Е. Ферсман (1959) писал: «Многочисленные споры в литературе о возможности химической миграции  $\text{SnO}_2$  в гипергенной обстановке кончились полным отказом от этих предположений... Мы склонны думать, что в гипергенных процессах эти явления не имеют места» [20, с. 242]. Аналогичной точки зрения придерживался и академик С.С. Смирнов (1947): «В зоне гипергенеза касситерит практически не растворим даже в геологическом смысле и во всех соответствующих случаях мы должны рассматривать природную двуокись олова как весьма инертное соединение. Вывод этот, находящийся чрезвычайно сильное подтверждение в факте специфической концентрации касситерита в россыпях, вряд ли нуждается в дальнейших комментариях» [14, с. 289]. Такое

заклучение о растворимости касситерита выдающихся ученых – академиков А.Е. Ферсмана и С.С. Смирнова сыграло решающую роль в этой проблеме и в последующем большинство исследователей стали считать, что в условиях зоны гипергенеза касситерит химически не растворяется не только под действием воды, но и под влиянием других природных слабых электролитов, в том числе и почвенного раствора. Поэтому последующие эксперименты по растворению касситерита проводились в условиях, отличающихся от стандартных, т.е. существующих в зоне гипергенеза, например, при кипячении [9], при использовании концентрированных растворов серной кислоты [10, 11, 16], при высокой температуре [17].

Наиболее корректные, приближающиеся к природным условиям эксперименты провел академик В.Л. Барсуков (1974), показавший, что растворимость касситерита в воде, в слабокислых ( $\text{HNO}_3$ ) и в слабощелочных ( $\text{NaOH}$ ) растворах при температуре 25 °С в интервале рН от 2 до 11 почти не зависит от рН и только в щелочной среде с рН выше 11 растворимость возрастает.

В ряде ранее проведенных вышеотмеченных экспериментов из-за кратковременности реакции взаимодействия в системе раствор-касситерит, по-видимому, не достигается равновесия, поэтому не представлялось возможным оценить количество олова, перешедшего в раствор.

Между тем, представления о слабой раство-

римости касситерита в зоне гипергенеза вступали в противоречие с наличием четких биогеохимических ореолов рассеяния олова в растениях, установленных нами на мономинеральной касситеритовой рудной минерализации в условиях юга Дальнего Востока России [6]. И это было косвенным доказательством растворения касситерита и продуцирования в этом процессе ионов олова, доступных для растений. Однако необходимо было прямое доказательство того, что касситерит в зоне гипергенеза растворяется и, как следствие, касситеритовая форма нахождения металла олова фиксируется биогеохимическими ореолами рассеяния.

Кроме того, в вышеотмеченных экспериментах отсутствовали сведения по растворению касситерита в органических реагентах, в частности в низкомолекулярных кислотах, обычных для почвенных растворов. Поэтому мы сочли необходимым провести экспериментальное моделирование растворения касситерита в лабораторных условиях.

В модельных опытах в качестве растворителей послужили чистая дистиллированная вода ( $H_2O$ ), разбавленные растворы серной ( $H_2SO_4$ ), щавелевой ( $H_2C_2O_4$ ), лимонной ( $H_8C_6O_7$ ) кислот. Такие реагенты для проведения экспериментов были выбраны с тем условием, чтобы установить особенности растворения касситерита в кислой среде, господствующей в почвах гумидной зоны земной поверхности. Тем самым представлялась возможность оценить хотя бы в первом приближении внутрисочвенное химическое выветривание (растворение) касситерита в статических системах на основе заданных физико-химических параметров растворов при стандартных условиях, т.е. при температуре  $25\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении 1 атм. Кроме того, необходимо было сравнить агрессивность выбранных реагентов в унифицированных условиях эксперимента по отношению к касситериту, поскольку названные реагенты являются составной частью почвенных растворов [5].

Исходное вещество – навеска касситерита массой 1 г с размером зерен меньше 0,25 мм, т.е. фракции, пропущенные через сито с ячейками указанного диаметра, помещались в конические колбы с притертой пробкой и заливались 0,05 н. растворами указанных кислот, а также дистиллированной водой объемом по 250 мл. Два раза в день все четыре колбы взбалтывались в течение 5 минут для усиления процесса взаимодействия зерен касситерита с реагентами. Критерием степени агрессивности кислот и воды по отношению к

касситериту было изменение кислотности среды, фиксируемое по данным изменения величины рН, а также количество растворенного и вынесенного в фильтрат исходного вещества.

Необходимо было установить, за какой период времени наступит устойчивое равновесие между твердой и жидкой фазами в каждом из четырех вариантов экспериментов и при каких значениях рН. В задачу опыта не входило систематическое измерение величины рН через определенные заданные промежутки времени с той или иной периодичностью. В связи с этим измерение величины рН в опытах проводилось эпизодически, по мере наступления ожидаемого равновесия.

После постановки опытов измерение рН с помощью прибора «рН-150 МИ» проводилось через день в течение месяца, однако изменения в значениях рН растворов были незначительны, что свидетельствовало о медленном первоначальном взаимодействии указанных реагентов с касситеритом. Затем измерение величины рН проводилось через более длительные сроки (табл.).

Общая продолжительность эксперимента для каждого из четырех вариантов модельных опытов составила 1227 суток, хотя наступление устойчивого равновесия некоторых из указанных статических систем наступило значительно раньше. Однако окончание эксперимента планировалось после наступления устойчивого равновесия между твердыми и жидкими фазами всех четырех вариантов опытов.

В отличие от аналогичных работ исследователей, указанных ранее, оригинальность нашего эксперимента по растворению касситерита заключалась в его длительности, которая гарантировала наступление полного равновесия между твердой и жидкой фазами, исходя из объема растворителя и массы исходного вещества. Этому способствовало также и систематическое взбалтывание препаратов в колбах с целью нарушения временного квазиравновесного состояния за счет предполагаемого образования на микрообломках касситерита возможных метастабильных соединений, которые могут эпизодически блокировать непрерывность процесса растворения.

Изучение динамики изменения рН фильтратов, образующихся в результате воздействия реагентов на касситерит, показало, что, несмотря на отмеченную выше исключительную устойчивость этого минерала по отношению к процессам растворения, он все же выветривается химическим путем. Об этом как раз и свидетельствуют изменения значений рН в результате протекающих хими-

Динамика измерения pH фильтратов в зависимости от продолжительности эксперимента и химического состава реагентов при растворении касситерита

Dinamics of the pH filtrats by dissolve cassiterite

Реагенты	pH растворов до начала опытов	Интервалы определения pH фильтратов, в сутках									
		309	581	590	611	638	642	994	1220	1221	1227
H <sub>2</sub> O дистиллированная вода	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> O <sub>4</sub> щавелевая кислота	1.5	5.2–5.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
H <sub>8</sub> C <sub>6</sub> O <sub>7</sub> лимонная кислота	2.0	2.0	2.3–2.4	1.7	1.7	2.2	2.5	4.0	4.0	4.0	4.0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> серная кислота	1.5	1.2–1.3	1.3–1.4	1.5–1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

ческих реакций в статических системах касситерит-реагенты, причем достаточно существенно во всех четырех вариантах модельных опытов. Как видно из таблицы, диапазон изменения pH реагентов от начала опытов до наступления равновесия в фильтратах незначителен, что еще раз подчеркивает слабое воздействие на касситерит указанных химических соединений, как органических, так и неорганических. Тем не менее, во всех четырех вариантах эксперимента произошло химическое выветривание касситерита и к концу модельных опытов со всеми реагентами касситерит вступил в устойчивое равновесие, но при различных значениях pH. В системах вода-касситерит, щавелевая кислота-касситерит равновесие наступило при pH=5, причем в первую треть длительности эксперимента относительно его общей продолжительности. При этом в варианте с водой изменение pH реагента (воды) по сравнению с его начальным значением, т.е. до начала опыта, шло в сторону понижения, а в случае со щавелевой кислотой – в сторону повышения при общей стабилизации системы в результате наступления слабокислой среды (pH=5).

С другими реагентами, т.е. с лимонной и серной кислотами, устойчивое равновесие наступило в первую половину длительности эксперимента.

Общей особенностью эксперимента по химическому выветриванию касситерита является то, что устойчивое равновесие со всеми реагента-

ми наступило в кислой среде, при pH от 1,5 до 5,0.

Изучение степени агрессивности указанных реагентов к касситериту показало, что чем раньше наступает устойчивое равновесие, тем слабее реагент с точки зрения его влияния на химическое выветривание этого минерала. Динамика растворения исходного количества касситерита под влиянием реагентов следующая (в г): под действием воды растворилось 0,0043, щавелевой кислоты – 0,0084, лимонной кислоты – 0,0313, серной кислоты – 0,0695. Как видно из этих данных, наиболее слабо растворяет касситерит дистиллированная вода, поэтому не случайно то, что этот реагент вступил в устойчивое равновесие с касситеритом в начале эксперимента (относительно его общей продолжительности). Однако следует подчеркнуть, что, хотя дистиллированная вода является наиболее слабым растворителем, тем не менее, под ее воздействием растворилось и перешло в фильтрат 0,43% минерального вещества от 1 г навески касситерита. За время продолжительности эксперимента щавелевая кислота растворила 0,84%, лимонная кислота – 3,13%, серная кислота – 6,95%. Если агрессивность воды по отношению к касситериту принять за единицу, то растворяющее действие щавелевой кислоты будет больше в 1,9, лимонной – в 7,3, серной – в 16,1 раза. Таким образом, ряд агрессивности этих реагентов по отношению к касситериту, т.е. по увеличению химического выветривания минерала под их влиянием, будет иметь вид: дистиллированная

вода – щавелевая кислота – лимонная кислота – серная кислота.

Проведенное экспериментальное моделирование химического выветривания касситерита показало, что выбранные для модельного опыта реагенты являются достаточно контрастными и успешно растворяющими касситерит, хотя и в различной степени. Интересен тот факт, что разбавленный раствор серной кислоты оказался наиболее сильным растворителем даже по сравнению с органическими кислотами. Это весьма существенно для сульфидно-касситеритовой минерализации, при которой зона выветривания (окисления), т.е. гипергенеза, всегда сопровождается образованием природной серной кислоты [14].

Кроме того, как следует из эксперимента, касситерит растворяется даже под влиянием такого слабого реагента, как дистиллированная вода. Это еще раз подтверждает известную точку зрения А.А. Саукова (1963) о воде как универсальном растворителе самых устойчивых в зоне гипергенеза минералов. Поэтому установленное нами формирование биогеохимических ореолов рассеяния олова в растениях в условиях юга Дальнего Востока России является вполне естественным и свидетельствует о природной растворимости касситерита и относительно хорошей миграции олова в зоне гипергенеза [6].

Надо отметить, что проведенные эксперименты по растворению касситерита и полученные сравнительные результаты имеют место при ограниченном объеме растворителя (250 мл) и заданном количестве исходного вещества (1 г) в фиксированное время функционирования замкнутых (закрытых) статических физико-химических систем реагент-минерал. В природных условиях зоны гипергенеза при постоянном подтоке растворителя (грунтовые воды, почвенные растворы и т.д.), т.е. в открытых динамических физико-химических системах, растворение касситерита, несомненно, будет интенсивнее, особенно с учетом геологического времени протекания гипергенных процессов. Поэтому можно предположить, что крупные оловорудные месторождения касситеритового состава в приповерхностных горизонтах земной коры были разрушены не только за счет механических (денудация, эрозия, абразия и т.д.) экзогенных, но и химических процессов, т.е. в результате растворения касситерита и последующей эволюции оловосодержащего минерального вещества в гипергенном цикле миграции.

По-видимому, часть растворенного олова, мигрировавшего в зоне гипергенеза, могла осаждаться в местах геохимических барьеров и в процессе эволюции превращаться в новообразованный касситерит в виде известного в природе так называемого «деревянистого оловянного камня» [15] и других минеральных разновидностей вторичного касситерита, таких как сукстит, варламовит и гидрокасситерит [2, 3].

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтверждают процесс растворения касситерита в широком диапазоне значений рН кислых сред вопреки существовавшему мнению об исключительной устойчивости этого минерала к химическому выветриванию.

Процесс химического выветривания (растворения) касситерита ведет к высвобождению из этого минерала ионов олова, которые становятся доступными для растений, в результате чего формируются биогеохимические ореолы рассеяния этого металла на участках с существенной касситеритовой минерализацией [7].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Барсуков В.Л. Основные черты геохимии олова. М.: Наука, 1974. 150 с.
2. Вишневский А.С. К минералогии и геохимии олова в зоне гипергенеза // Геологический журнал АН УССР. 1959. Т. 19, вып. 1. С. 26–36.
3. Герценберг Р.И. О коллоидной теории происхождения месторождений олова Боливии и о некоторых минералах этих месторождений // Минерал. сб. Львов. геол. о-ва. 1956. № 10. С. 50–67.
4. Дубинина В.Н., Поваренных А.С., Касатов Б.К. и др. О гипергенном изменении станнина и касситерита // Геологический журнал. 1970. Вып. 30, № 4. С. 3–14.
5. Ивашов П.В. Биогеохимия внутрипочвенного выветривания. М.: Наука, 1993. 380 с.
6. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация оловорудной минерализации в горных районах юга Дальнего Востока России // Устойчивое развитие горных территорий. 2009. № 1. С. 57–63.
7. Ивашов П.В. Среднее содержание олова в растениях юга дальнего Востока России // Геохимия. 2011. № 10. С. 1111–1114.
8. Книпович Ю.Н. Некоторые данные о растворимости олова в природных условиях // Записки Всесоюзного минералогического о-ва. 1946. Ч. 75. № 2. С. 45–48.

9. Мицкевич Б.Ф. Миграция олова в зоне гипергенеза // Докл. УССР. 1958. № 2. С. 213–216.
10. Назарова А.С., Барсукова В.С., Быков В.П., Дубинина Л.С. Зависимость некоторых свойств оловянного камня от условий его образования // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1970. № 6. С. 101–106.
11. Новороссова Л.Е., Комарова Г.Н. О растворимом олове в рудах Джалиндинского месторождения и растворимости касситерита в кислотах // Геология рудных месторождений. 1962. № 1. С. 122–125.
12. Радкевич Е.А. Металлогенические провинции Тихоокеанского рудного пояса. М.: Наука, 1977. 176 с.
13. Сауков А.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: МГУ, 1963. 248 с.
14. Смирнов С.С. Зона окисления оловорудных месторождений // Геология олова. М.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 181–214.
15. Смольянинов М.Л. Практическое руководство по минералогии. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 432 с.
16. Сорокин И.П. Растворимость касситерита в кислотах // Тр. Всесоюз. ин-та золота и редких металлов / ВНИИ-1 МЦМ СССР. 1956. Разд. 6. Вып. 5. С. 18–19.
17. Сыромятников Ф.В. Экспериментальное исследование явлений растворимости минералов и их классификация // Минеральное сырье. М.: Госгеолтехиздат, 1961. Вып. 2. С. 144–163.
18. Шило Н.А. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981. 383 с.
19. Щербина Б.В. Геохимия олова // Геология олова. М.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 115–118.
20. Ферсман А.Е. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 5. 859 с.

## CHEMICAL WEATHERING OF CASSITERITE AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF BIOGEOCHEMICAL SCATTERING HALOES OF TIN IN PLANTS

P.V. Ivashov

*The experimental simulation of cassiterite (tinstone) chemical weathering in laboratory conditions was undertaken to prove natural weathering of this mineral in the hyper genesis zone, which causes the formation of biogeochemical scattering haloes of tin in plants. Distilled water, low-molecular acids (ethane and citric) and sulfuric acid served as solubilizing agents. Their concentrations were close to natural. All four agents were found to effectively dissolve cassiterite, which was taken as fractions less than 0.25 mm in size. Ranked by the solution action degree the agents make the following sequence: water – ethane acid – citric acid – sulfuric acid.*

**Keywords:** *biogeochemical scattering halo of tin in plants, cassiterite, organic and inorganic acids, solution, water.*

УДК 556.531+597.2/.5(571.621)

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖАБРАХ ГОЛЬЯНА (*PHOXINUS LAGOWSKII*)

В.А. Зубарев, В.Н. Бурик

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: zubarev\_1986@mail.ru, vburik2007@rambler.ru

*В статье представлены результаты гидрохимического анализа некоторых малых рек на территории Еврейской автономной области. Результаты проведенных исследований показали, что накопление тяжелых металлов (Fe, Zn, Pb) в жабрах гольяна Лаговского (*Phoxinus Lagowskii*) закономерно происходит в нижних течениях малых рек исследуемого района, что напрямую связано с ухудшением гидрохимических показателей малых рек, подверженных влиянию осушительной мелиорации.*

**Ключевые слова:** малые реки, гидрохимический анализ, тяжелые металлы, гольян *Phoxinus Lagowskii*.

### Введение

Тяжелые металлы (ТМ) являются компонентом минерального состава поверхностных вод и донных отложений. С отмиранием растений и сезонными изменениями химии вод связано перераспределение металлов между водой и донными отложениями. Многие токсические вещества могут длительно сохраняться в воде, кумулироваться в донных отложениях и гидробионтах, мигрировать по пищевой цепи, накапливаясь в возрастающем количестве от низшего к высшему звену.

В связи с этим изучение содержания микроэлементов в органах и тканях рыб не только способствует выяснению физиологической роли этих веществ в организме рыб, но и может служить одним из критериев качества производителей икры и молоди [1]. Н.В. Брень и В.Г. Домашлинец (1998) указывают, что высокий уровень загрязнения среды тяжелыми металлами приводит к снижению видового состава гидробионтов [2].

Среди индикаторов уровня загрязнения поверхностных вод рыбы являются самыми приемлемыми маркерами для представления о характере возможного антропогенного влияния, о тяжелых металлах и иных микроэлементах, присутствующих в воде [5]. Для выявления влияния осушения на гидробионтов, обитающих в притоках среднего течения р. Амур, нами был выбран гольян Лаговского (*Phoxinus Lagowskii* (Dibouwski, 1869)), данный вид наиболее часто встречается в малых ре-

ках Среднеамурской низменности [4]. Это мелкая стайная рыба длиной 6–20 см, распространённая в бассейне р. Амур, верховьях Лены, реках восточного Сихотэ-Алиня, Кореи и Северного Китая. По составу и способу питания гольян Лаговского является нектобентическим полифагом, основу питания составляют личинки хирономид и другие водные насекомые. В условиях активного природопользования вид удовлетворительно приспособляется к антропогенной среде [3].

### Материалы и методы, район исследования

Материалом исследования послужили отобранные в октябре 2018 г. поверхностные воды ряда водотоков бассейна среднего Амура (рр. Грязнушка, Солонечная, Ушумун, Вертопрашиха) и выборки обитающих в них рыб (сем. Карповые, гольян Лаговского (*Phoxinus lagowskii*)). Для видового описания рыб использовались определитель и каталоги круглоротых и рыб России и бассейна р. Амур [3, 4].

Все исследованные водотоки являются малыми реками в бассейне среднего Амура и имеют равнинный характер течения.

**Река Ушумун** (табл. 1) берет свое начало из болотного массива. Ее длина составляет 45 км, площадь водосбора – 260 км<sup>2</sup>. Заболоченность бассейна реки равна 71%, в том числе площадь озер – менее 2%, редким лесом покрыто около 29% площади. Русло реки обладает умеренной гидрографической извилистостью (коэффициент

извилистости 1,02–1,03). В бассейне этой реки объекты хозяйственной деятельности полностью отсутствуют; гидрологический, гидрогеологический и гидрохимический режимы ее находятся в естественном состоянии.

**Река Грязнушка** берет свое начало с южных склонов хребта Чурки, длина составляет 32 км, площадь водосбора – 191 км<sup>2</sup>. Заболоченность бассейна реки равна 80%, залесенность – 20%. Речная сеть довольно простая, значительная часть притоков представляет собой мелиоративные каналы, на большом протяжении плохо расчищенные, сильно заросшие, местами замусоренные. Русло извилистое с заболоченными берегами, ширина его не превышает 5 м, распределение глубин от 0,3 до 0,9 м. На отдельных участках река имеет довольно крутые берега. В верхнем течении протекает через мелколиственный лес, река сильно затенена. В среднем и нижнем течении дренирует заболоченные сельскохозяйственные угодья. Отчетливо выражена двусторонняя кочковатая пойма. Местами четко выражены террасы. Дно песчаное, местами гравийное и глинистое. Бассейн р. Грязнушки занят на 3200 га сельскохозяйственными угодьями, в основном лугами, пастбищами и улучшенными сенокосами, имеющими дерново-подзолистый тип почв, разнотравно-луговой и болотной растительностью. В нижнем течении реки происходит снижение скорости течения воды до 0,2 м/с, что приводит к небольшому увеличению температуры воды и снижению концентраций растворенного кислорода. Влияние осушения на данной реке проявляется в увеличении концентрации биогенных элементов и тяжелых металлов по сравнению с верхним течением.

**Река Вертопрашиха** имеет площадь водосбора 281 км<sup>2</sup>, длину 42 км, берет свое начало, так же как и р. Солонечная, из юго-западных склонов хребта Чурки, впадает в р. Амур. Залесенность ее бассейна составляет около 20%, заболоченность – 80%. Течение здесь хорошо выражено, местность вокруг заболочена, по берегам встречаются кустарники. Донные отложения почти на всем протяжении представлены песчаными и глинистыми илами. В нижнем течении реки преобладают сельскохозяйственные угодья, разнотравно-злаковые луга и заболоченные земли. Нижнее течение р. Вертопрашихи подвержено осушительной мелиорации, что проявляется в увеличении концентраций тяжелых металлов и биогенных элементов.

Исследования содержания тяжелых металлов в жабрах рыб проводилось методом мокрого озоления с использованием микроволновой си-

стемы «Mars-6». Эффективность микроволнового разложения обусловлена сочетанием возможности кислотного разложения с СВЧ-воздействием при высоких температуре и давлении. Выбраны следующие параметры микроволнового разложения: 1) температура 140 °С; 2) давление 300 psi; 3) мощность 1989 Вт; 4) время разложения 15 мин; 5) время удерживания 8 мин. Реагенты (на 0,5 г пробы), используемые в анализе: HNO<sub>3</sub> – 10 м. Общее количество образцов – 30 шт.

Тяжелые металлы в воде и образцах жабер рыб определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) на приборе «ThermoElectron SOLAAR 6M» (РД 52.18.286-9, 1991).

Компьютерное управление процессом измерения и обработка информации производились в трехкратной повторяемости методом градировочного графика с автоматическим расчетом доверительного интервала.

### Результаты и обсуждение

Гидрохимическая и гидрологическая составляющие состояния природных вод являются одними из основных и первостепенно значимых в сложном механизме постоянно меняющихся внешних условий на водосборе и протекающих внутриводоемных процессов. В соответствии с целью работы и поставленными задачами среди гидрохимических показателей для оценки были исследованы наиболее приоритетные параметры состояния водных экосистем, информативно отражающие ход и интенсивность изучаемого процесса, динамика которых проявляется при развитии процесса наиболее значительно.

В результате исследований предварительно были проанализированы показатели содержания тяжелых металлов в поверхностных водах исследуемых водотоков (табл.).

По химическому составу рассматриваемые воды следует отнести к гидрокарбонатному классу, группе кальция [8]. По щелочно-кислотным условиям воды являются слабокислыми, нейтральными. Среднее значение показателя рН воды малых рек выше района проведения осушительной мелиорации составляет 6,48 ед. рН. В районах ниже проведения осушительной мелиорации рН повышался до 7,5. Таким образом, реакция вод изменялась от слабокислой до слабощелочной, что могло повлиять на процессы миграции ТМ в водной среде. Концентрация растворенного в воде кислорода в исследуемых реках соответствует аэробным условиям. Величины удельной электропроводности, служащие приблизительным показателем суммарной концентрации электролитов,



Показатели	ПДК	Название водотоков							
		Вертопрашиха		Грязнушка		Солонечная		Ушумун	
		в.т.	н.т.	в.т.	н.т.	в.т.	н.т.	в.т.	н.т.
Гидрохимические показатели									
t, °С		16,6	18,3	18,2	19,5	16,1	20,5	17	17,4
pH, ед		6,1	6,4	6,1	7,1	6	7,5	6,3	6,2
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	≥6	12,6	11,15	11,4	8,6	11,7	6,2	13	13
Тяжелые металлы (растворенные формы)									
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2
Mn, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Zn, мг/дм <sup>3</sup>	1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Cu, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Ni, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pb, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*Примечание: в.т. – верхнее течение, н.т. – нижнее течение*

главным образом неорганических, довольно близки в рассматриваемых водотоках. Это класс вод, к которому относится большинство природных вод суши. Пониженные концентрации O<sub>2</sub> в воде нижнего участка р. Солонечной можно оценить как неблагоприятный факт для состояния водотоков, поскольку в условиях дефицита O<sub>2</sub> происходит смена окислительных условий на восстановительные.

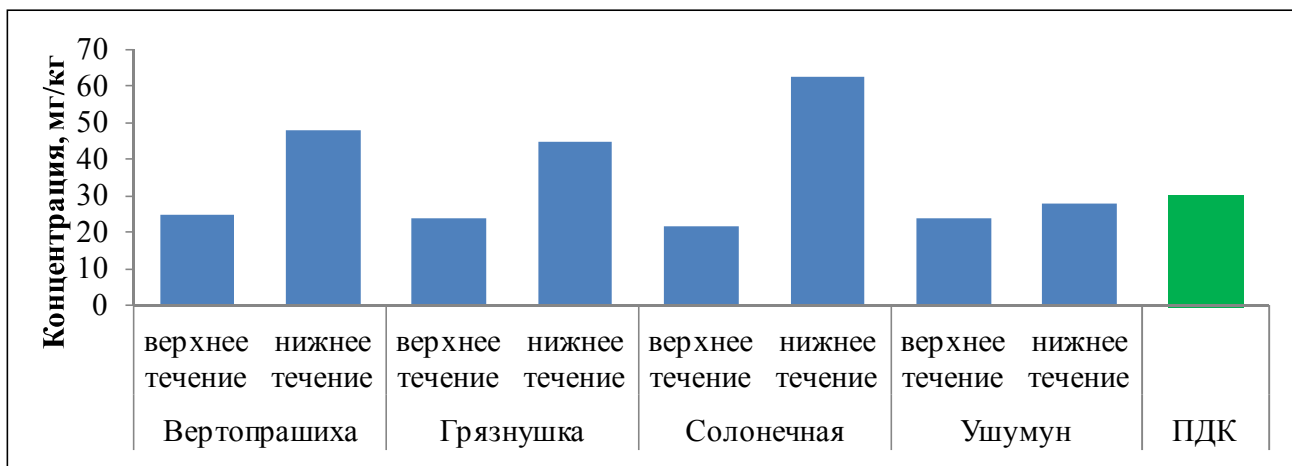
Кроме того, на процессы транзита-аккумуляции ТМ может оказать влияние уменьшение скорости течения воды в водотоках в районах проведения мелиорационных работ примерно в 2 раза по сравнению с фоновыми точками [6]. Изменение морфометрических характеристик русел в результате строительства осушительных систем способствует снижению скоростей течения воды на реках-водоприемниках сбросных вод. Наименьшие скорости течения прослеживаются в нижнем течении реки Солонечной – 0,1 м/с. По литературным данным [11], а также собственным полевым наблюдениям, снижение скорости течения реки до 0,1 м/с и увеличение поступления биогенных элементов и органических соединений в данных водотоках стимулировало зарастание русла, что и могло привести к изменению условий функциони-

рования всей экосистемы данных рек.

Таким образом, химический состав дренажных вод, сбрасываемых в реки с осушаемого массива с помощью коллекторно-дренажной системы, изменяет состав поверхностных вод малых рек. Сбросные воды отличаются плохими физико-химическими показателями качества (обладают ржавым цветом и болотным запахом), повышенным водородным показателем (до 8,1). Происходит замена естественного химического состава вод другим, нехарактерным для данного водотока, что может привести к изменению процессов транзита-аккумуляции ТМ из донных отложений [7].

Во всех исследуемых водотоках фоновые концентрации (в воде верхнего течения) значительно отличаются друг от друга, причем содержание природных поллютантов на несколько порядков выше, чем природно-антропогенных. Наибольшие концентрации Fe (2,6 мг/дм<sup>3</sup>), Mn (0,6 мг/дм<sup>3</sup>), Cu (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), Pb (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), Zn (0,1 мг/дм<sup>3</sup>) обнаружены в основном в р. Солонечной.

Результаты исследований содержания тяжелых металлов в жабрах гольяна Лаговского показали, что под влиянием осушительной мелиорации (нижние течения рек) происходит увеличение



*Рис. 1. Концентрации железа в жабрах рыб*

*Fig. 1. Concentration of iron in the gills of fish*

концентраций всех тяжелых металлов, в особенности железа (1,5 ПДК) и свинца (2,5–3 ПДК). По содержанию тяжелых металлов в жабрах рыб наибольшее влияние осушения проявляется в водотоках с большей степенью преобразованности водосборного бассейна в результате антропогенного воздействия.

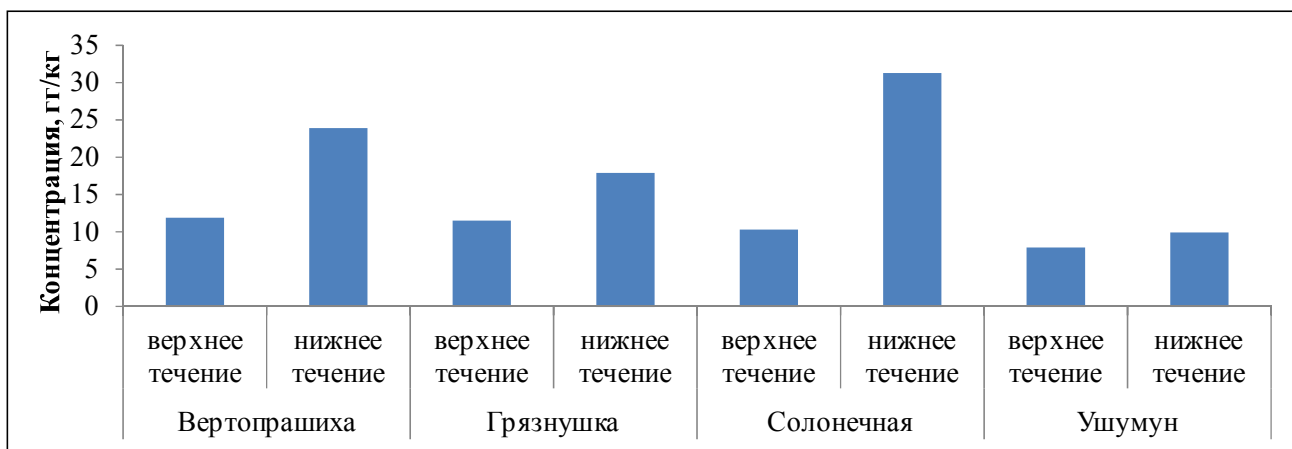
Содержание железа в жабрах голяна Лаговского в верхних течениях рек варьирует в пределах 21–25 мг/кг (рис. 1). В нижних течениях рек концентрации Fe – 42–62 мг/кг, что превышает значения ПДК в 1,2–2 раза. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод о негативном влиянии осушения, приводящему к избыточному поступлению железа в организм голяна, и, как следствие, депонированию этого микроэлемента в тканях (гемосидерозу).

Среднее содержание марганца в жабрах рыб составляет 11,5 мг/кг. Но наблюдаются значительные колебания концентрации металла в нижних течениях рек – 18–31 мг/кг (рис. 2).

Марганец относится к группе микроэлементов, способных индуцировать мутации различных типов. В связи с этим при загрязнении водоемов этим металлом возникает опасность появления целого ряда заболеваний у рыб: атаксии, депигментации, асфиксии и др.

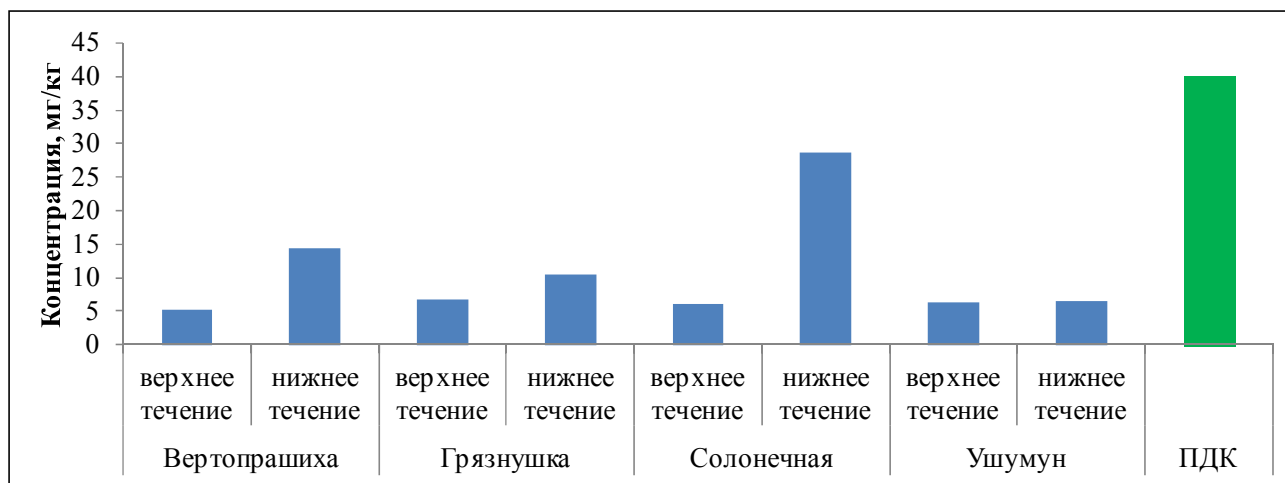
Содержание цинка в жабрах голяна колеблется в пределах 6–7 мг/кг (рис. 3). Под влиянием осушительной мелиорации в нижних течениях рек происходит увеличение концентраций цинка до 10–28 мг/кг.

Оказывая токсическое воздействие на жабры рыб, цинк снижает потребление кислорода и



*Рис. 2. Концентрации марганца в жабрах рыб*

*Fig. 2. Concentration of manganese in the gills of fish*



*Рис. 3. Концентрации цинка в жабрах рыб*

*Fig. 3 Concentration of zinc in the gills of fish*

вызывает дыхательные спазмы, ухудшает респирацию и, как следствие, порождает асфиксию, что особенно опасно для младших возрастных групп. В результате интоксикации цинком также может происходить нарушение функции почечной ткани и пищеварительных ферментов, снижаются темпы роста, нарушаются репродуктивные и поведенческие функции рыб.

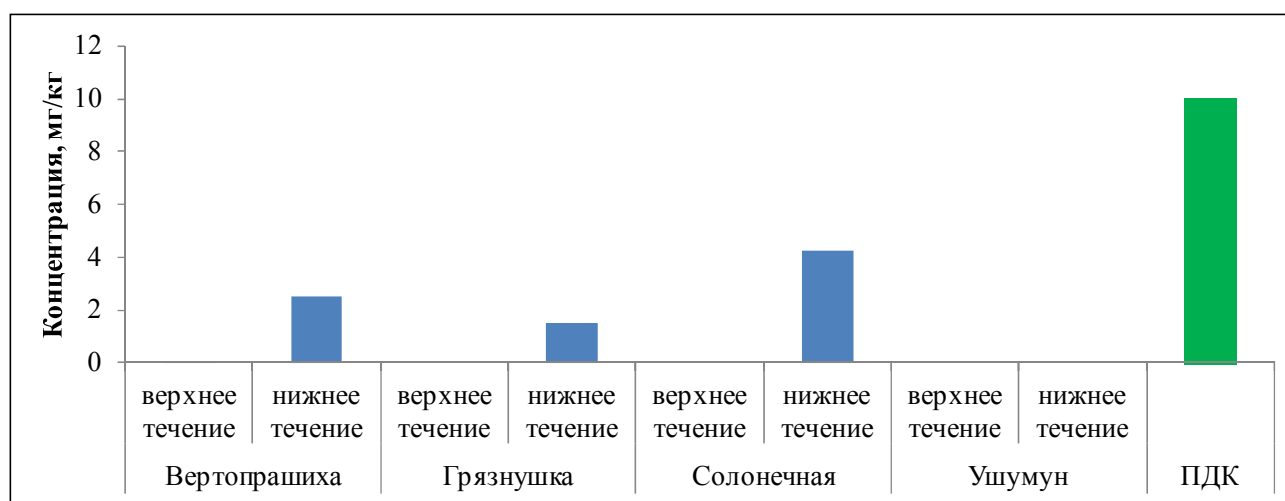
Среднее содержание меди в жабрах гольяна Лаговского в верхних течениях рек колеблется в пределах 0–0,05, нижних течениях – 1,5–4,2 мг/кг, что не превышает значения ПДК, составляющего 10 мг/кг.

Поступление данного металла в избыточных количествах способствует усиленному по-

глощению кислорода, увеличению рН крови и потреблению энергии у рыб, в то время как интенсивность питания снижается. Накопление меди в тканях рыб (жабрах) с возрастом приводит к усилению ее токсического воздействия [9].

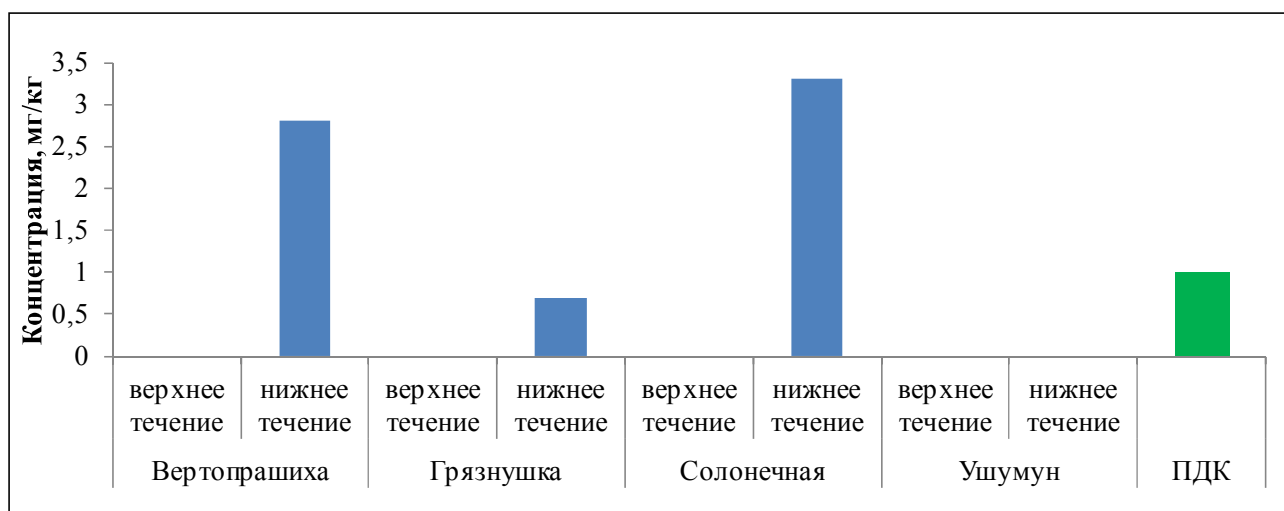
Накопления свинца в жабрах гольяна Лаговского в верхних течениях рек не обнаружено. В нижних течениях рек под влиянием осушительной мелиорации происходит увеличение концентраций Pb – 0,7–3,3 мг/кг в жабрах гольяна, что превышает ПДК, составляющее 1,0 мг/кг (рис. 5).

Основным патологическим процессом при отравлении свинцом является нарушение обмена гемоглобина, так как этот элемент угнетает внедрение железа в порфириновое кольцо и эритро-



*Рис. 4. Концентрации меди в жабрах рыб*

*Fig. 4. Concentration of copper in the gills of fish*



*Рис. 5. Концентрации свинца в жабрах рыб*

*Fig. 5. Concentration of lead in the gills of fish*

бласты теряют способность использовать железо для синтеза гемоглобина, накапливая порфирин. Вследствие этого в организме отмечается недостаток гемоглобина (анемия) и избыток неиспользованного порфирина (порфирурия). Проявлениями свинцового токсикоза являются также лордозы, сколиоз, тремор и омертвление сенсорных и поддерживающих клеток боковых линий рыб [10].

#### **Заключение**

Как показали результаты проведенных исследований, превышение адсорбирования в жабрах рыб (на примере голяна Лаговского) тяжелых металлов закономерно происходит в нижнем течении малых рек исследуемого района, что, вероятно, связано с применением мелиорации, накоплением в почве и дальнейшим смывом в реки тяжелых металлов и их соединений, содержащихся в удобрениях.

В жабрах голянов Лаговского, обитающих в нижнем течении рек Грязнушка, Вертопрашиха и Солонечная, обнаружены повышенные концентрации железа, марганца, значительно превышающие ПДК для промысловых рыб. В жабрах рыб из низовий рек Грязнушка и Солонечная обнаружены также высокие концентрации свинца, значительно превышающие ПДК. Такие высокие концентрации тяжелых металлов в первую очередь опасны для человека как потребителя рыбы. Также страдают и сами популяции рыб, высокие концентрации тяжелых металлов вызывают угнетение их физиологических циклов, возникновение ряда заболеваний, патологии эмбрионального и постэмбрионального развития.

Концентрации цинка и меди в жабрах голянов из низовий рек Грязнушка, Вертопрашиха и Солонечная также превышают концентрации данных металлов в верхнем течении рек, что говорит о накоплении при мелиорации загрязнений тяжелыми металлами в низовьях. Концентрации этих металлов в жабрах голянов не превышают ПДК, допустимых для промысловых рыб.

Как в верхнем, так и в нижнем течении реки Ушумун, бассейн которой наименее освоен мелиорацией, концентрации тяжелых металлов (железа, марганца, цинка, меди, свинца) в жабрах голяна Лаговского не превышали ПДК, допустимых для употребляемых в пищу промысловых рыб.

Таким образом, наши исследования подтвердили значительную аккумуляцию тяжелых металлов в почве, воде и биоте в низовьях рек, бассейны которых подвергаются интенсивной мелиорации. В ряде случаев концентрации тяжелых металлов в тканях рыб превышают ПДК для пищевых продуктов.

**Работа выполнена в рамках госзадания ИКАРП ДВО РАН.**

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.
2. Брень Н.В., Домашлинец В.Г. Беспозвоночные как мониторы полиметаллического загрязнения донных отложений // Гидробиологический журнал. 1998. Т. 34, № 5. С. 80–93.

3. Бурик В.Н. Ихтиофауна Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2008. № 10. С. 68–75.
4. Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 238 с.
5. Воробьев В.И., Самилкин Н.С. Динамика микроэлементов в органах и тканях рыб дельты р. Волги // Микроэлементы в жизни населения водоемов. М.: Наука, 1980. С. 3–28.
6. Горюхин М.В., Зубарев В.А., Аношкин А.В. Антропогенное преобразование пойменно-русловых комплексов рек Среднего Приамурья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 2-2. С. 337–340.
7. Зубарев В.А. Влияние осушительной мелиорации на содержание тяжелых металлов в пойменных почвах Среднеамурской низменности // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 4 (28). С. 6–16.
8. Кулаков В.В. Геохимия подземных вод Приамурья. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. 254 с.
9. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 286 с.
10. Щербакова Е.Н. Возрастные изменения содержания тяжелых металлов в органах и тканях русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 24 с.
11. Zubarev V.A., Kogan R.M. Ecological Conditions of Watercourses in the Middle Amur Lowland in the Areas of Drainage Reclamation // Water Resources. 2017. Vol. 44, N 7. P. 940–952.

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE RIVERS  
IN JEWISH AUTONOMOUS REGION AND THE CONTENT  
OF HEAVY METALS IN THE GILLS OF THE MINNOW (PHOXINUS)

V.A. Zubarev, V.N. Burik

*The article presents the results of hydrochemical analysis of water from some small rivers in Jewish Autonomous region. The results of the studies showed that the accumulation of heavy metals (Fe, Zn, Pb) in the gills of the Lagovsky minnow (*Phoxinus Lagowskii*) occurs in the lower reaches of small rivers of the study area, which is directly related to the deterioration of hydrochemical parameters of small rivers exposed to the influence of drainage reclamation.*

**Keywords:** *small rivers, hydrochemistry, heavy metals, minnow *Phoxinus Lagovsky*.*

УДК 556.3+550.536.314

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ БОТЧИ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В.П. Шестеркин

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,  
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: shesterkin@iver.as.khb.ru

*В работе рассмотрены особенности химического состава природных вод бассейна р. Ботчи в зимний период. Показано, что воды рек, питающиеся подземными водами вулканогенных образований, отличаются невысоким значением минерализации (46–56 мг/дм<sup>3</sup>), гидрокарбонатно-кальциевым составом, низкой концентрацией ионов калия, хлоридных и сульфатных ионов, повышенным содержанием соединений кремния и минерального фосфора. Более низкие уровни минерализации, концентраций кремния и фосфора и повышенное содержание сульфатного иона, аммонийного азота, растворенного железа и органического вещества отмечены в воде малых рек, дренирующих современные аллювиальные отложения. Воды Ботчинского минерального термального источника характеризуются температурой 42–44 °С, повышенными значениями рН и минерализации (>120 мг/дм<sup>3</sup>), концентраций хлоридного и сульфатного ионов, соединений кремния, гидрокарбонатно-натриевым составом, низким содержанием ионов кальция и магния, аммонийного азота и растворенного железа.*

**Ключевые слова:** бассейн р. Ботчи, зимний период, малые реки, термальный источник, химический состав, минерализация.

### Введение

Река Ботчи берет начало на восточном склоне северного Сихотэ-Алиня, впадает в бухту Гроссевици Татарского пролива. Длина реки составляет 106 км, площадь водосбора 2810 км<sup>2</sup>. Основные притоки: Елизаровская, Кукша, Мульпа и Иха. Бассейн р. Ботчи на западе ограничен осевым хребтом Сихотэ-Алиня, имеющим гребни с гольцовыми вершинами (гора Бо-Джауса, 1637 м). На севере водосбор отделен от бассейна р. Коппи безымянным хребтом, на юге водораздельная линия проходит по Туманному хребту.

В 1994 г. в бассейне р. Ботчи с целью изучения и сохранения южноохотских биоценозов и биологического разнообразия был организован государственный природный заповедник «Ботчинский» площадью 267 380 га.

Большая часть бассейна р. Ботчи относится к Ботчинскому вулканогенному гидрогеологическому бассейну Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогенного пояса, в строении фундамента которого участвуют нижнемеловые терригенные дислоцированные отложения, представленные песчаниками, алевролитами, аргиллитами общей мощностью до 5000 м. Нижний ярус, сложенный верхнемеловыми-палеоценовыми эффузивами кислого и среднего состава мощностью до 3000 м,

прорван многочисленными интрузиями. Верхний ярус в основном образован миоценовыми эффузивами кизинской свиты (базальты, андезиты и др.), мощностью до 700 м. Выше располагаются четвертичные отложения, представленные ниже-верхнечетвертичными (галечники, валуны, пески) и современными аллювиальными и морскими (пески, галечники, суглинки) отложениями мощностью до 20 м [3, 4].

С породами горного обрамления, фундамента и нижнего яруса бассейна связаны преимущественно трещинные и трещинно-жильные подземные воды, с породами верхнего яруса – пластовые и порово-трещинные воды [3].

Первые сведения о подземных водах были получены В.К. Арсеньевым в 1908 г., согласно которому в среднем течении р. Ботчи находится минеральный источник с температурой 28,6 °С [2]. В 2009 г. появилась первая информация о химическом составе воды Ботчинского источника, в 2011 г. – Ивлюхинского источника. Последний был выявлен на р. Иха, где температура воды на глубине 30–40 см в районе поднимающихся со дна газов достигала 17 °С [5]. Одновременно с этими материалами были получены данные по химическому составу вод некоторых малых рек – притоков р. Мульпа [13].

Такие уникальные особенности водных объектов бассейна р. Ботчи наряду с их низкой гидрохимической изученностью обусловили необходимость изучения химического состава природных вод в зимний период, когда отсутствует влияние поверхностного стока.

#### **Объекты и методы**

Исследования проводили преимущественно на водотоках верхней части бассейна р. Мульпа (длина 49 км) – одного из основных притоков р. Ботчи, а также термальном источнике «Ботчинский» в декабре-феврале 2010–2012, 2017, 2018 гг.

Водотоки Солончаковый, Моховой, Подземный и др. дренируют южные склоны обширного плато с максимальной отметкой 1210 м (г. Уюнку). Они характеризуются небольшой длиной (<4 км), отсутствием в нижнем течении ледяного покрова из-за разгрузки подземных вод вулканических образований, бесцветны. В питании руч. Спокойный помимо подземных вод выше названных образований участвуют воды современных аллювиальных отложений, обуславливающих их повышенную цветность (<50°).

Ботчинский источник расположен в 2 км выше впадения руч. Угарный. Разгрузка термальных вод происходит через аллювий у правого берега р. Ботчи, в период открытого русла источник затопливается. Зимой на дне р. Ботчи в пределах 3-метровой зоны фиксируются выделения газа, а низкие дебиты источника и близкое расположение к урезу воды р. Ботчи обуславливают разбавление термальных вод. Температура воды источника согласно [5] составляет около 30 °С. Более высокие значения (42–44 °С) отмечены на глубине 20–25 см в феврале 2018 г. Поэтому воды этого источника по температуре, согласно [11], относятся к группе горячих (35–70 °С), мало отличаются от температуры вод Тумнинского источника [6].

Расположение исследуемых объектов дано на рис. В 2010–2011, 2017 гг. пробы воды отбирали сотрудники Ботчинского заповедника, в 2012 и 2018 гг. – автор. Аналитические работы осуществляли в Центре коллективного пользования при ИВЭП ДВО РАН по принятым при гидрохимических исследованиях методам [10].

#### **Результаты исследования**

Формирование химического состава природных вод зависит от структуры горных пород и почв, климата, рельефа, растительности, гидрогеологических условий и др. факторов [1].

Воды рек, питающиеся подземными водами вулканических образований, отличаются стабильным солевым составом и узким диапазоном ко-

лебаний минерализации, максимальное значение которых не превышает 54 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Более низкие значения отмечаются в воде руч. Спокойный, в питании которого участвуют подземные воды аллювиальных отложений. По химическому составу исследуемые воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [1]. По величине рН они в основном нейтральные (6,52–6,96), реже слабощелочные (7,07–7,37).

Содержание главных ионов в подземных водах невысокое (табл. 1). Среди катионов доминирование иона кальция выражено не сильно (48% экв). В руч. Моховой и Солончаковый на втором месте находится ион магния (33% экв), в руч. Подземный различия в содержании между ионами натрия (до 23% экв) и магния (27% экв) небольшие. Содержание хлоридного иона и иона калия соизмеримо с атмосферными осадками и, так же как во многих водотоках восточного макросклона Сихотэ-Алиня, находится ниже предела обнаружения [12].

Концентрация сульфатного иона варьирует в широких пределах. В воде руч. Солончаковый и Моховой его значения находятся ниже предела обнаружения. Значительно больше содержится сульфатов в воде руч. Спокойный (табл. 1).

Содержание биогенных и органических веществ по сравнению с главными ионами изменяется в более широких пределах (табл. 1). Наибольшие концентрации органического вещества, аммонийного азота и железа, а также низкое содержание фосфора и кремния характерны для вод руч. Спокойный, водосбор которого отличается наибольшей заболоченностью.

Преобладающей формой минерального азота является нитратная. Максимальное содержание нитратного азота, обусловленное влиянием пирогенного фактора [15], отмечали в марте 2012 г. в воде руч. Мишунин ключ (2,9 мг/дм<sup>3</sup>) и в феврале 2018 г. в воде р. Ботчи (до 2,0 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрации нитритного и аммонийного азота в воде руч. Моховой, Солончаковый и др. находятся ниже предела обнаружения (0,03 и 0,04 мг/дм<sup>3</sup> соответственно).

Среди биогенных элементов выделяется фосфор. Наиболее низкие его концентрации наблюдаются в воде руч. Спокойный (табл. 1). В остальных водотоках его содержание превышает 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Такое повышенное содержание фосфора в воде обусловлено геологическими особенностями исследуемой территории, в составе подстилающих пород которой преобладают базальты, андезиты-базальты и их туфы, которые являются

Chemical composition of the Botchi basin stream waters in winter periods of 2010–2012, 2018

Показатель, ед. измерения	Ручьи				
	Спокойный	Солончаковый	Моховой	Подземный	Мишунин ключ
pH, ед. pH	<u>6,40–7,00</u> 6,73	<u>6,50–7,29</u> 6,86	<u>6,00–7,10</u> 6,60	–	7,29
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>2,7–3,3</u> 3,0	<u>2,2–2,8</u> 2,5	<u>2,2–3,2</u> 2,7	<u>3,1–3,6</u> 3,4	3,0
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	<u>1,2–1,6</u> 1,4	1,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>4,7–5,5</u> 5,1	<u>6,1–6,7</u> 6,5	<u>6,3–6,9</u> 6,7	5,5	5,7
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>1,4–1,7</u> 1,5	<u>2,2–2,6</u> 2,4	<u>2,2–2,6</u> 2,4	<u>1,9–2,4</u> 2,1	2,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>16–21</u> 18	<u>33–37</u> 35	<u>34–38</u> 36	<u>31–38</u> 35	26
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>10,7–12,8</u> 11,8	<u>&lt;2,0–4,2</u> 2,0	<2,0	<2,0	2,3
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0,05–0,10</u> 0,08	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0,29–0,37</u> 0,33	<u>0,16–0,67</u> 0,43	<u>0,26–0,58</u> 0,49	<u>0,29–0,40</u> 0,35	2,88
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0,02–0,04</u> 0,03	<u>0,10–0,16</u> 0,14	<u>0,10–0,27</u> 0,17	<u>0,17–0,35</u> 0,22	0,45
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0,14–0,26</u> 0,20	<0,02	<0,02	<u>&lt;0,02–0,04</u> 0,03	0,02
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	<u>39,8–44,1</u> 42,0	<u>47,8–50,9</u> 49,4	<u>49,3–53,6</u> 51,0	<u>46,1–53,6</u> 49,9	45,5
Si, мг/дм <sup>3</sup>	<u>7,2–7,9</u> 7,6	<u>8,5–9,9</u> 9,1	<u>9,5–10,5</u> 9,9	<u>10,6–13,9</u> 12,3	11,0
ПО, мг О/дм <sup>3</sup>	<u>8,0–8,1</u> 8,0	<u>0,6–3,5</u> 2,0	<u>0,6–1,4</u> 1,3	<u>0,8–4,0</u> 2,4	4,1

**Примечание:** в числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее значение, прочерк – отсутствие данных

главным источником фосфора, поступающего при выветривании и растворении пород в биосферу. Ранее повышенные концентрации фосфатов отмечали в летнюю и зимнюю межень в воде рр. Гыджу, Чистоводная и Бол. Хады [12, 14].

Большое влияние состав подстилающих пород оказывает и на содержание кремния, максимальное значение которого часто превышает

10 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Меньше содержится этих веществ в водах руч. Спокойный.

Содержание окрашенных органических веществ в воде ручьев, дренирующих вулканогенные образования, по величине цветности относится к грации очень малых (5°–10°) [12]. Значения перманганатной окисляемости не превышают 3,5 мг О/дм<sup>3</sup>. Более высокой концентрацией ор-



ганического вещества характеризуются воды руч. Спокойный (табл. 1).

**Термальные минеральные воды** бассейна р. Ботчи относятся к Прибрежной области азотных щелочных терм, протянувшейся вдоль побережья Татарского пролива и Японского моря. Проявления термальных вод обусловлены сочетанием благоприятных структурно-тектонических условий и достаточными ресурсами нагретых подземных вод инфильтрационного генезиса [8].

Значения минерализации и рН Ботчинского термального источника существенно выше, чем ранее рассмотренных речных вод (табл. 1, 2). По химическому составу термальные воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе натрия, первому типу [1]. Среди катионов доля иона натрия достигает 90% экв, остальных катионов – менее 10% экв. Содержание иона калия находится ниже предела обнаружения, иона магния в основном не превышает 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Среди анионов содер-

жание гидрокарбонатов и карбонатов составляет 73% экв, на втором месте сульфатные ионы (22% экв). По величине минерализации и химическому составу воды Ботчинского источника значительно отличаются от более минерализованных (0,4–9,0 г/дм<sup>3</sup>) хлоридно-натриевых термальных вод о. Сахалин [7], хлоридно-гидрокарбонатных натриевых вод (0,30–0,37 мг/дм<sup>3</sup>) Кульдурского [8] и гидрокарбонатно-натриевых вод Тырминского (159 мг/дм<sup>3</sup>) термальных источников.

Сравнение материалов исследований за весь период наблюдений свидетельствует о более высоких значениях рН и концентрации иона натрия в 2018 г., чем в предыдущие годы. Ниже стало содержание иона кальция. Подобные различия в составе воды могут быть обусловлены как отбором проб из углублений, при котором влияние вод р. Ботчи сведено к минимуму, так и межгодовыми колебаниями концентраций. В воде Тумнинского источника, например, минерализация воды в сква-

Таблица 2

Химический состав вод термальных источников бассейна р. Ботчи

Table 2

Chemical composition of thermal springs waters in the Botchi basin

Показатель, ед. измерения	Термальный источник / дата				
	Ботчинский				Ивлюхинский
	30.01.09	25.05.09 [5]	15.01.17	8.02.18	08.08.11 [5]
рН, ед. рН	7,26	–	9,27	9,76	7,2
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	24,0	21,6	13,0	29,3	10,3
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	<1,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,1	3,4	1,5	1,5	4,0
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,2	1,1	< 1,0	< 1,0	1,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	66	69	88	57	42
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	–	–	1,35	11,6	–
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	28	21	17	20	2,6
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2,6	2,7	4,0	3,5	<2,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	< 0,04	< 0,04	0,05	0,07	< 0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,43	0,27	–	0,14	0,62
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,111	0,176	–	0,052	0,069
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02
M, мг/дм <sup>3</sup>	126,9	120,2	126,6	124,7	62,0
Si, мг/дм <sup>3</sup>	16,7	15,3	32,7	19,3	11,4
F, мг/дм <sup>3</sup>	–	1,00	–	–	0,24

жине № 8 за 15-летний период эксплуатации изменялась (с учетом кремневой кислоты) в пределах 131–175 мг/дм<sup>3</sup> [6, 9].

Содержание соединений азота в воде Ботчинского источника, так же как и в воде остальных источников термальных вод восточного макросклона северного Сихотэ-Алиня, в основном не превышает 0,4 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенные концентрации наблюдаются для соединений фосфора и кремния, причем максимум значения первого отмечался в 2009 г., второго – 2017 г. Причина такой большой амплитуды колебаний концентраций может быть обусловлена геологическими особенностями исследуемой территории. Пересчет на кремнистую кислоту дает значение 52–54 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. является более высокой, чем лечебная концентрация (50 мг/дм<sup>3</sup>) [6].

Содержание железа в воде находится ниже предела обнаружения, органического вещества не превышает 1,6 мг О/дм<sup>3</sup>, фторидного иона – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Сравнение данных Ботчинского и Тумнинского термальных источников свидетельствует о близких концентрациях основных ионов и более высоком содержании кремния в воде Тумнинского источника [6, 8]. Гидрокарбонатно-натриевый состав и более низкое содержание ионов натрия, гидрокарбонатного иона и кремния (возможно, обусловленное разбавлением речными водами) характерно для вод термальных источников «Тутто», «Ивлюхинский» и «Чиполи» [8].

#### **Заключение**

Воды малых рек бассейна р. Ботчи в зимний период характеризуются широким разнообразием химического состава, который обусловлен большими различиями в составе подстилающих пород. Преобладание в питании рек подземных вод вулканогенных образований обуславливает гидрокарбонатно-кальциевый состав, низкое содержание хлоридных ионов и ионов калия, аммонийного азота и органических веществ, повышенную минерализацию (до 56 мг/дм<sup>3</sup>) и концентрации соединений кремния и фосфора.

Наименьшие значения минерализации, концентрации фосфатов и кремния и повышенное содержание сульфатного иона, аммонийного азота и органического вещества отмечаются в водах рек, в питании которых участвуют подземные воды современных аллювиальных отложений.

Температура Ботчинского минерального термального источника составляет 42–44 °С. Воды источника характеризуются гидрокарбонат-

но-натриевым составом, щелочными значениями рН, повышенными величинами минерализации (< 120 дм/дм<sup>3</sup>), содержанием сульфатных ионов и кремния, низкой концентрацией ионов калия, кальция и магния. По солево-составу воды Ботчинского источника близки к водам Тумнинского термального источника, отличаются более низким содержанием кремния.

Проведение исследований в дальнейшем даст возможность более подробно рассмотреть температурный режим, солевой и микроэлементный состав Ботчинского и Ивлюхинского (возможно «Тутто» и «Чиполи») минеральных термальных источников.

*Автор выражает благодарность администрации ФГБУ «Государственный природный заповедник «Ботчинский» за содействие в организации и проведении экспедиционных исследований.*

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 444 с.
2. Арсеньев В.К. Избранные произведения. Т. 2. В горах Сихотэ-Алиня. Сквозь тайгу. Дневники, очерки, статьи. Хабаровск: Кн. изд-во. 1997. 624 с.
3. Архипов Б.С., Болдовский Н.В., Дубровина Г.В., Калита В.А., Караванов К.П., Кулаков В.В., Мордовин А.М., Нарбут Н.А., Николаев А.П., Николаева Л.К., Огай М.А., Шаталова С.А. Подземные воды восточной части зоны БАМ. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1992. 206 с.
4. Болдовский Н.В. Подземные воды Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканогенного пояса. Владивосток: Дальнаука, 1994. 224 с.
5. Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В. Горячие воды холодного побережья. Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2012. 168 с.
6. Завгорудько В.Н., Завгорудько Г.В., Завгорудько Т.И. Тумнинский минеральный источник. Хабаровск: Изд-во ДГМУ, 1999. 137 с.
7. Жарков Р.В. Геохимические особенности и перспективы использования термальных вод острова Сахалин // Подземные воды Востока России: материалы XXII совещ. по подзем. водам Сибири и Дальнего Востока с междунар. участием. Новосибирск: ИНГГ, 2018. С. 204–207.
8. Кулаков В.В., Сидоренко С.В. Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья. Хабаровск: ДВГМУ, 2017. 474 с.

9. Потурай В.А., Строчинская С.С., Компаниченко В.Н. Комплексная биогеохимическая характеристика термальных вод Тумнинского месторождения // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 1. С. 22–30.
10. РД 52.18.595-96 Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (с Изменениями № 1, 2, 3). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036098> (дата обращения: 20.03.2019).
11. Толстихин Н.И. Классификация природных минеральных вод по температуре // Геология и разведка. Известия вузов. 1970. № 3. С. 97–98.
12. Форина Ю. А., Шестеркин В. П. Особенности химического состава речных вод восточного макросклона Северного Сихотэ-Алиня // География и природные ресурсы. 2010. № 3. С. 81–87.
13. Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Костомарова И.В. Гидрохимические исследования в бассейне р. Мульпа // Охрана и научные исследования на особо охраняемых природных территориях Дальнего Востока и Сибири: материалы межд. научно-практ. конф., Чегдомын, 2012. С. 144–146.
14. Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Фосфор в воде таежных рек северного Сихотэ-Алиня // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 1. С. 116–119.
15. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние катастрофических лесных пожаров на химический состав воды рек бассейна р. Анюй (Северный Сихотэ-Алинь) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2016. № 3. С. 47–54.

## FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE BOTCHI RIVER BASIN ENVIRONMENTAL WATERS (Khabarovsk Territory) IN WINTER

V.P. Shesterkin

*In the paper the author considers the features of chemical composition of the Botchi River basin environmental waters during winter. He shows that river waters recharging from groundwater of volcanogenic formations are characterized by low mineralization (46–56 mg/dm<sup>3</sup>), bicarbonate-calcium composition, low concentration of potassium ions, chloride and sulfate ions, high content of silicon compounds and mineral phosphorus. Lower levels of mineralization, concentrations of silicon and phosphorus and high concentration of sulphate ion, ammonium nitrogen, dissolved iron and organic matter are revealed in the small rivers water draining modern alluvial deposits. The water in the Botchinsky mineral thermal spring has the temperature 42–44 °C, high pH and mineralization values (> 120 mg/dm<sup>3</sup>), concentrations of chloride and sulfate ions, silicon compounds, hydrocarbonate-sodium composition and low content of calcium and magnesium ions, ammonium nitrogen and dissolved iron.*

**Keywords:** Botchi river basin, winter, small rivers, thermal spring, chemical composition, mineralization.

## К 85-ЛЕТИЮ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

УДК 070:77(571.621)

### ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ В ОБЪЕКТИВЕ СОВЕТСКОЙ ФОТОЖУРНАЛИСТИКИ 1920–1930-х ГОДОВ

В.С. Гуревич

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: gurevichv.48@mail.ru

*В работе отражена история репрезентации периода создания и развития на Дальнем Востоке первого в истории еврейского национально-территориального образования, адаптации еврейского населения бывшей Российской империи в социалистическое общество. Отмечается, что с использованием адекватных визуальных форм показаны достижения в освоении будущей Еврейской автономной области, которые полностью отвечают политическим, идеологическим и эстетическим установкам, декларировавшимся советской администрацией в конце 1920–1930-х гг.*

**Ключевые слова:** фотожурналистика, фотография, репрезентация, экспедиция, Еврейская автономная область.

#### Актуальность

Образование и развитие молодой Еврейской автономной области репрезентировалось советской и зарубежной прокоммунистической прессой как важнейшее достижение ленинско-сталинской национальной политики, как кульминация предпринятого советской властью на территории СССР беспрецедентного по своим масштабам проекта решения многовекового «еврейского вопроса» путем еврейской земледельческой колонизации.

Конечной целью данного проекта провозглашалось создание «еврейской республики» на Дальнем Востоке, где должна была сформироваться, по словам председателя ЦИК Михаила Калинина, «полноценная советская еврейская нация», а Биробиджан должен был стать «важнейшим, если не единственным хранителем еврейской национальной культуры» в СССР» [5].

Одной из актуальных задач, которая требовала незамедлительного решения, был поиск визуальных форм для репрезентации достижений в освоении Биробиджана, которые бы полностью отвечали провозглашенному агитационной кампанией лозунгу «В еврейскую страну!», под эгидой которого проходило переселение. Полностью отвечающий политическим, идеологическим и, как следствие, эстетическим установкам, декларировавшимся советской администрацией, он адекват-

но отражал не только устремления руководителей советских еврейских учреждений, но, главное, соответствовал надеждам еврейского населения на получение земли в долговременное пользование и, в конечном итоге, на создание еврейской государственности. По этому поводу заместитель председателя Комитета по земельному устройству трудящихся евреев (сокращенно КомЗЕТ) Абрам Мережин писал: «Я очень сильно сомневаюсь, пошел ли бы в Биробиджан целый ряд чрезвычайно необходимых работников без лозунга «В еврейскую страну!». И если мы видим на опыте, что этот лозунг помогает освоению всей этой большой и трудной территории, то не должны ли мы с поддержкой относиться к этому лозунгу, апеллирующему не к национальным предрассудкам, не к древним предкам и гробницам, а прочь от них – к новому социалистическому будущему?» [7].

Понимая, что успех Биробиджанского проекта во многом зависел от эффективности сопровождавшей его агитационно-пропагандистской кампании, советские органы требовали, чтобы применяемые визуальные формы для репрезентации достижений в освоении Биробиджана полностью отвечали их политическим, идеологическим и эстетическим установкам.

Заместитель председателя ОЗЕТ Семен Диманштейн, он же редактор главного печатного



*Рис. 1. Переселенцы-пчеловоды Бурек с женой и Галовичев. Ст. Тихонькая, 1929 г.  
Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 1. Immigrants-beekeepers Burek with his wife and Golovichev. St. Tikhonkaya, 1929.  
From the funds of the State Russian ethnographic museum*

органа организации – иллюстрированного журнала «Трибуна», настаивал на том, чтобы «каждый трудящийся еврей...воочию убедился в том, как последовательно советская власть разрешает национальный вопрос в окончательной и исчерпывающей форме не только теоретически, но и практически» [3]. Так опытный идеолог и публицист Диманштейн реагировал на реализацию проекта «тотальной визуализации советской действительности» на страницах газет и журналов, таких как, например, «Огонек», «Прожектор», «Экран» и др., и призывал фоторепортеров советской еврейской прессы воспользоваться достигнутым в этой области опытом. Смысл «советского поворота к визуальному» состоял, по его мнению, в том, что опыт, как и результат небывалых свершений, трудно помыслить, вообразить или описать, его можно только увидеть.

Результатом исследования в работе стал анализ документальных и фотоматериалов, отражающих различные этапы хозяйственного и культурного строительства в Еврейской автономной области. Некоторые из них, исследованные в Российском этнографическом музее, впервые включены в научный оборот.

#### **Первые переселенцы**

Первых еврейских переселенцев, приехавших на маленькую станцию Тихонькую, не встречали фотографы. По крайней мере, даже если

кто-то и запечатлел этот момент на фотопленку, до наших дней эти снимки не дошли. Однако уже скоро, в этом же 1928 г., когда фоторепортаж из выставочных залов уверенно шагнул на страницы советской прессы, в журналах и газетах «для наглядного воспитания масс в духе коммунизма» начинают появляться фотографии и репортажные снимки тех, кто приехал сюда строить еврейскую страну, как тогда называли Биро-Биджан (рис. 1, 2).

В 1930 г. был начат выпуск журнала «СССР на стройке», в котором в основном печатались фотографии широкого пропагандистского характера. Это особо отмечено в редакционной статье первого номера: «Фото должно быть поставлено на службу строительства не случайно, не бессистемно, а систематически и постоянно. Фотографические изображения нашего строительства, при этом изображения в динамике, должны быть доступны всем интересующимся нашим строительством».

Первыми на страницах иллюстрированных журналов начали печататься экспедиционные пейзажные снимки Биробиджана с красивыми, но суровыми природными ландшафтами. Например, в журнале «Трибуна» были опубликованы снимки «У реки Козулихи», «У реки Биджан», «У реки Биры». Авторами этих фотографий были специалисты в области агрономии, геологии и экономики, в основном участники изыскательских



*Рис. 2. Евреи-переселенцы из-за границы на станции Тихонькой, начало 1930-х гг. Из фондов областного краеведческого музея. Биробиджан*

*Fig. 2. Jewish immigrants from abroad at the Tikhonkaya station. The beginning of the 1930s. From collections of the Museum of regional studies. Birobidzhan*

экспедиций и комиссий КомЗЕТА, которые работали в Биробиджанском районе в 1927–1928-х гг. (рис. 3). Снимки, как правило, соседствовали с научными статьями и монографиями, доказывающими целесообразность освоения дикой природы, колонизации этих мест и победы над «первобыт-

ным хаосом дикой природы» [1].

Большой интерес вызывает коллекция фотографий, выполненных в ходе совершенной в 1929-м г. экспедиции ученых американской организации «ИКОР», оказавшей большую помощь в освоении выделенных еврейским переселенцам



*Рис. 3. На р. Бире, 1928 г. Из фондов областного краеведческого музея. Биробиджан*

*Fig. 3. On the Bira River, 1928. From the funds of the Museum of regional studies. Birobidzhan*

земель, создании промышленного и сельскохозяйственного производства. На фоне брезентовых палаток и биробиджанских пейзажей нередко позировали с ружьями и геодезическими инструментами сами первопроходцы (рис. 4).

Но гораздо чаще главными героями выступали местные жители – забайкальские казаки, корейцы и так называемые туземцы – гольды, удэгейцы, якуты.

Особенно идеологически значимыми были фотоснимки этих аборигенов в национальных одеждах на фоне народных жилищ – «Пасека на хуторе Добринском», «Семья казака», «Женщина-корейка с детьми».

Осознанно или нет, авторы таких фотографий стремились экзотизировать коренное население будущей республики. Еврейские переселенцы в представлении читателей выступали в этом случае в качестве, так сказать, агентов прогресса и цивилизации, призванные превратить дикий край в процветающую республику. Например, известный журналист и фотограф-любитель Виктор Финк так писал об увиденных им удэгейцах: «Эти наивные дикари часто встают пред моими глазами, как живое олицетворение Биробиджана. Сильные, выносливые, трудолюбивые, но зажатые тайгой и болотами, они в своем развитии не пошли дальше того уровня, на котором прочее человечество стояло много тысяч лет назад» [8].

В 1933 г. вышел тематический номер журнала «СССР на стройке», посвященный освоению Дальнего Востока. Почти половина фотографий была отведена фотографиям, сделанным в Еврейской автономной области. Широко представлены фотопейзажи заповедных уголков дальневосточного края и выполненные из кабины самолета панорамные снимки новых населенных пунктов, где «трудом человека природа была обогащена стройками пятилетки» (рис. 5).

Пустынные степи и непроходимая тайга, скалистые горы и полноводные реки – будущий Биро-Биджан на таких снимках подавался как «страна со здоровым климатом», большая территория, богатая полезными ископаемыми и своими плодородными землями. К тому же такие панорамные снимки могли наилучшим образом презентовать масштаб преобразований, небывалый размах строительства городов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных поселений. Так на глазах зрителя возникала идеальная структура, состоящая из разбитых на квадраты городов и поселков и широких дорог, вписанных в изобразительную плоскость кадра. А мелкие детали, та-



*Рис. 4. Экспедиция американской организации «ИКОР» в тайге за обсуждением маршрута, 1929 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 4. The commission of the American IKOR organization in the taiga discussing the route, 1929. From the funds of the State Russian ethnographic museum*

кие как грязь и лужи, которые при более близкой точке съемки могли бы ослабить впечатление, как бы обобщались, если не исчезали вовсе. Особой выразительностью отличаются ракурсные фотопортреты передовиков производства – биробиджанских стахановцев: трактористов, пасечников, рыбаков – строителей новой жизни [2].

К 1930-м гг. советская фотография начала ориентироваться на интернациональное воспитание. Колониальный колорит в снимках местного населения исчезает – начинает осуществляться идеологический проект дружбы народов на одной территории. Наряду с картинками из жизни еврейского населения появлялись снимки культурно-национальной жизни других народов, их совместной работы, взаимовыручки. Запомнившейся иллюстрацией на сообщение журналистов о том, что в Биробиджане нередко смешанные браки, является фотоснимок Льва Гершковича («Трибуна», 1936 г.) с изображением ударника опытной сельскохозяйственной станции корейца Виктора Кума и его жены еврейки Раи Гальпериной (рис. 6).

Примечательно, что первыми образами новой культурной жизни выступали всевозможная техника и технологии. «С новыми колонистами появились трактора, экскаваторы, – частью советские, частью присланные друзьями из Америки. Появилась мелиорация, агрономия, строительство», – пишет в своем очерке «Евреи в тайге»



*Рис. 5. Панорама села Валдгейм. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 5. Panorama of the village of Valdgeym. From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 6. Виктор Кум и его жена Раиса Гальперина. Фото Льва Гершковича.  
Из фондов областного краеведческого музея. Биробиджан*

*Fig. 6. Victor Kum and his wife Raisa Galperina. The picture taken by Leo Gershkovich.  
From the funds of the Museum of regional studies. Birobidzhan*



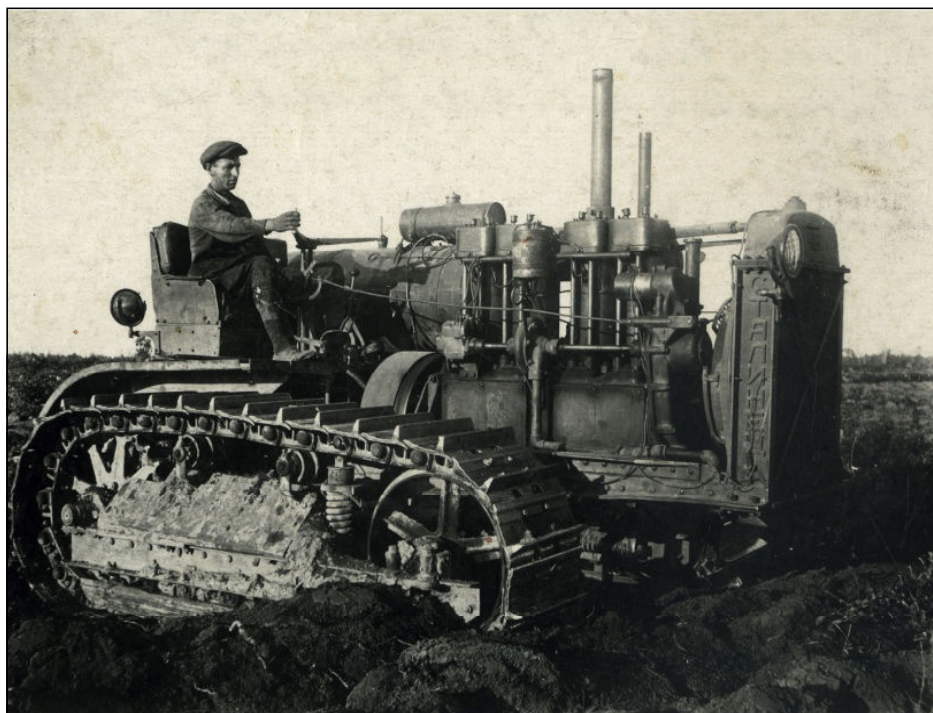
(1930 г.) Виктор Финк. Фотоснимки символично иллюстрируют, как техника преобразует пространство – трактора превращают целинные земли в квадраты пашен, дорожные машины прокладывают дороги в тайге, экскаваторы разрабатывают полезные ископаемые (рис. 7).

Постепенно идеологические клише о радости коллективного труда и торжества техники и технологий теряли свою актуальность. К 1930-м гг. на смену искусству пролетарского авангарда приходит сталинский соцреализм. Теперь советское фотоискусство должно было стать близким народу, говорить понятным ему языком. В центре внимания советской визуальной пропаганды становятся промышленные предприятия и его новые жители, вчерашние переселенцы из еврейских местечек бывшей черты оседлости. А главными жанрами фотографической продукции – индустриальный пейзаж и производственный портрет. Только теперь изображения людей сопровождали подписи со сведениями о них (рис. 8).

С портретов биробиджанцев глядели сильные, молодые улыбающиеся люди – ударники-стакхановцы с мозолистыми руками и обветренными бритыми лицами. Настоящие строители социа-

лизма, лишенные всякой этнической принадлежности. Образы же местечковых евреев с такими отличительными признаками, как борода, традиционная одежда и картуз, появлялись на снимках крайне редко и, как правило, на заднем плане, случайно попав в кадр, либо в момент прибытия в Биробиджан (рис. 9). Расположившись на телегах, нагруженных всякой рухлядью, едут они «строить новую жизнь, совсем непохожую на жизнь старого несчастного еврейского местечка» (фотоочерк М. Альперта и С. Фридлянда в журнале «СССР на стройке», 1935 г.).

Этим людям еще только предстоит стать такими, как, например, «товарищ Торчик, рабочий известкового завода в Лондоко, приехавший из Палестины». В этих улыбающихся еврейских колхозниках и рабочих с мозолистыми руками и обветренными лицами, демонстрирующих героический свободный труд на своей земле, советского человека легко узнавали даже несведущие наблюдатели. В биробиджанских производственных портретах ощущается стремление фотографов показать, как должен выглядеть настоящий строитель социализма (рис. 10). Особого внимания заслуживают опубликованные в 1937 г. в «Огоньке»



*Рис. 7. Стахановец Эля Эйгель. Колхоз «Валдгейм». Фото Х. Гринберга. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 7. Stakhanovite Elia Eigel (a re-settler since 1930). The Valdgeim collective farm. Photo by H. Greenberg. From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 8. Крестьяне села Самара-Орловка у первого трактора, 1929 г.  
Из фондов областного краеведческого музея. Биробиджан*

*Fig. 8. A group of peasants from the village of Samara-Orlovka  
in front of their first tractor, 1929. From the funds of the Museum of regional studies. Birobidzhan*



*Рис. 9. Горняк Белов – стахановец  
Лондоковского завода. Из фондов  
областного краеведческого  
музея. Биробиджан*

*Fig. 9. A miner Belov – Stakhanovite at  
Londokowsky plant. From the funds of the  
Museum of regional studies. Birobidzhan*



*Рис. 10. Прилуцкая Ента – ударница  
колхоза Валдгейм. Фото Л. Гершкович.  
Из фондов областного краеведческого  
музея. Биробиджан*

*Fig. 10. Stakhanovism Prilychka Enta. The  
Valdgeim collective farm. Photo by L. Gershovich.  
From the funds of the Museum of regional studies.  
Birobidzhan*

фотографии Льва Гершковича, ставшие едва ли не последней значительной попыткой создания образа нового советского еврейства.

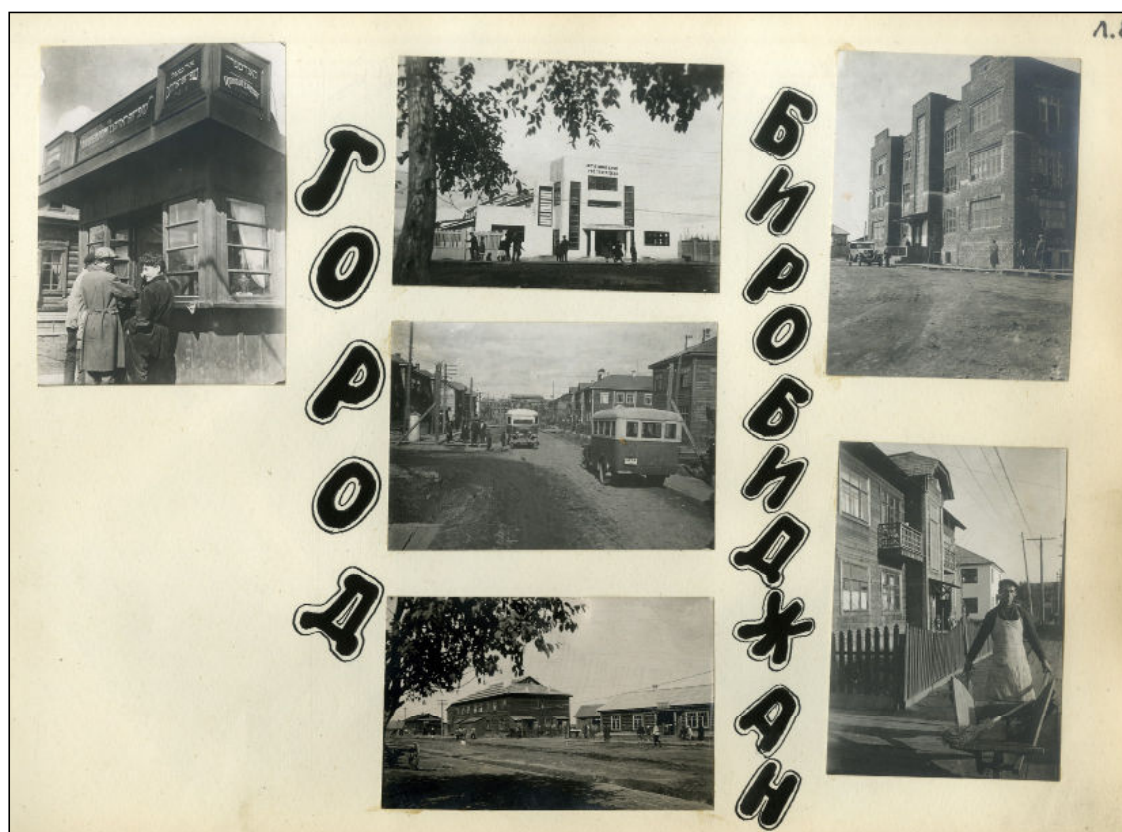
Волна сталинских репрессий привела к прекращению переселения в Биробиджан. КомЗЕТ и ОЗЕТ были ликвидированы, их руководители подверглись репрессиям. Не избежал репрессий и Лев Гершкович. Копия его неопубликованного фотоальбома «Еврейская автономная область сегодня» с фотографиями, снятыми в августе–сентябре 1935-го г., хранящегося в Российском этнографическом музее, недавно поступила в фонды областного краеведческого музея (рис. 11).

Никогда больше в истории СССР биробиджанская тема не получала столь масштабного отражения на страницах советской прессы.

Мы должны быть благодарны сотрудникам образованного в 1934 г. Государственного музея этнографии (ГМЭ) – ныне Российского этнографического музея (РЭМ), сохранившим документальные и фотоиллюстративные материалы, собранные в довоенный период в условиях напря-

женной обстановки в стране, в том числе и в Еврейской автономной области [6].

Эти материалы вошли в состав экспозиционных материалов организованной музеем выставки «Евреи в царской России и в СССР», которая работала с 1939 по 1941 гг. в Государственном музее этнографии в Ленинграде. Выставка стала не только своеобразным репрезентационным апофеозом агитационно-пропагандистской кампании за советский Биробиджан, но и советского проекта переустройства социально-экономической структуры российского еврейства в целом. Несмотря на то, что выставка была открыта в разгар сталинских репрессий, когда еврейский советский проект был, по сути, свернут верховной властью, музеефикация достигнутых результатов, в особенности в области хозяйственного и культурного строительства в Еврейской автономной области, придавала всему проекту вполне законченный, реализованный вид, научно подтверждала его воплощение в жизнь.



*Рис. 11. Страница фотоальбома «Еврейская автономная область «сегодня», Л. Гершкович. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 11. Page of the photo album «Jewish Autonomous Region «today», L. Gershkovich. From the funds of the State Russian ethnographic museum*

Однако не все материалы вошли в экспозицию, развернутую в музее. В отзыве Центрального совета ОЗЕТа на проект экспозиции содержалась строгая директива: «Все, что приведено в разных отделах касательно вселения в область корейцев и развития их хозяйства и быта, исключить». Данная корректировка проекта экспозиции произошла в связи с депортацией корейского населения из приграничных районов Дальнего Востока в Центральную Азию. В сентябре 1937 г. из ЕАО было насильственно переселено четыре с половиной тысячи корейцев, чья лояльность советскому режиму вызывала сомнение у сотрудников госбезопасности.

В результате на выставке из коренного населения были представлены только амурские казаки: их быт, история, участие в Гражданской войне на стороне большевиков, ибо во время Гражданской войны большинство амурских казаков воевали на стороне Колчака и после поражения ушли со своими семьями в Маньчжурию.

Сегодня самое большое собрание фотодокументов 1920–1930-х гг. по Еврейской автономной области хранится в фондах Российского этнографического музея. Их количество составляет более 1500 единиц. Большая заслуга в создании коллекции, ее сохранении принадлежит И.М. Пульнеру, с 1937 г. заведовавшему Еврейской секцией Государственного музея этнографии.

И.М. Пульнер умер в блокадном Ленинграде в феврале 1942 г., не успев завершить обработку поступивших в 1938 г. в музей коллекций ликвидированной в ходе сталинских репрессий организации ОЗЕТ. После Великой Отечественной войны Еврейская секция в ГМЭ перестала существовать и работы с фотоматериалами до конца XX в. не проводились. Обработка их возобновилась лишь в начале 1990-х гг.

Специалистами музея осуществляется описание материалов Центрального совета ОЗЕТа, хранящихся в музее, изображений с указанием авторов, места и даты проведения фотографирования. К настоящему времени введена в музейный оборот коллекция рисунков и гравюр американских художников, переданных в 1930-е гг. в дар Биробиджану, но не дошедших до него. Факсимильные копии гравюр экспонировались в 2012 г. в Нью-Йорке, фотокопии картин переданы в областной краеведческий музей Биробиджана, где также были представлены для обозрения.

Анализируя хранящиеся в фондах Российского этнографического музея фотографии, которые, по-нашему мнению, полностью должны

быть представлены в свободном доступе и включены в научный оборот, особо следует отметить коллекцию оригинальных негативов Биробиджанской геологической экспедиции 1932–1933 гг., поступившую из Центрального совета ОЗЕТа.

В коллекции музея на фотографиях, сделанных на вокзалах Харькова, Кременчуга, Фастова и других городов, мы можем увидеть первые группы переселенцев перед отъездом из Белоруссии, Украины и центральных областей России, прибывшие в Биджанский переселенческий район.

#### **История Еврейской автономной области в лицах**

Лица некоторых из этих людей, которые остались строить «еврейскую страну», нам уже знакомы. Кто-то, не выдержав трудностей, с которыми им пришлось столкнуться в дальневосточной тайге, вернулся в места выбытия. Кто-то переехал в близлежащие по дальневосточным понятиям города Хабаровск, Владивосток. Статистические данные о приезде и отъезде переселенцев опубликованы во многих изданиях. Фотографии же являются документами, отражающими фактические события, происходившие в определенный момент времени и в определенном месте.

Фотограф запечатлел и сохранил для истории лица первых переселенцев, которые в 1928 году были направлены в район Бирского опытного поля, где они организовали молодежную сельскохозяйственную коммуны «Икор» (рис. 12).

Уже летом 1928 г. в Бирофельде состоялись выборы в первый еврейский сельсовет Бирско-Биджанского переселенческого района.

Перед нами одна из групп переселенцев, направленная из Хабаровска в Екатерино-Никольский район для строительства рисовой плантации (рис. 13).

На фотографии уполномоченный КомЗЕТа и ОЗЕТа Лев Баскин рассказывает о планах на предстоящий период. Когда на берегу Амура в июле 1929 г. был создан Амурзетовский еврейский сельсовет, его возглавил Л. Баскин.

Переселенцы, поселившиеся в Худзиновке, организовали в ноябре 1929 г. еврейский сельсовет Валдгейм. Его первым председателем стал Школьник (рис. 14).

С 19 июля 1929 г. в течение 6 недель в Биробиджанском районе работала комиссия американской организации помощи еврейскому землеустройству в СССР (ИКОР) под руководством Ф. Гаррисона. Фотографии этой экспедиции ИКОР находятся в Библиотеке Конгресса США. Часть фотографий хранится в РЭМ.



*Рис. 12. Члены коммуны «ИКОР», 1928 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 12. Members of the IKOR commune, 1928. From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 13. На рисовых плантациях «Три балагана». Переселенцы у канала. Уполномоченный ОЗЕТа и КомЗЕТа Баскин делает доклад о ближайшей работе переселенцев. Екатерино-Никольский район, 1928 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 13. On the «Three Tents» rice paddies. Resettlers near a canal. Baskin, an authorized representative from OZET and KomZET, gives a report on the re-settlers next tasks. Ekaterino-Nikolsky area, 1928. From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 14. Председатель коммуны «Валдгейм» Школьник. 1929 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 14. Shkolnick, chief of the commune «Valdheim», 1929. From the funds of the State Russian ethnographic museum*

Комиссия ИКОР дала положительную оценку перспективам освоения региона и тем самым «одобрила» возможность переселения евреев не только из центральных областей СССР, но и из-за рубежа: Литвы, Польши, Германии, Палестины, Аргентины, США и других стран (рис. 15).

20 августа 1930 г. ЦИК РСФСР принял постановление «Об образовании в составе Дальневосточного края Биро-Биджанского национального района». Центром района стала станция Тихонькая.

28–30 сентября 1930 г. в Тихонькой состоялись районная партийная конференция и первый съезд Совета рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов Биробиджанского национального района (рис. 16).



*Рис. 15. Группа переселенцев из Аргентины и Германии на вокзале в Москве, 1931 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 15. The first group of settlers from Argentina and Germany at the Oktyabrskiy railway station in Moscow, 1931. From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 16. Первый съезд Советов Биробиджанского национального района. Станция Тихонькая, 30 сентября 1930 г. Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 16. The First Congress of Soviets the Birobidzhan National District. Tikhonkaya station. September 30, 1930. From the funds of the State Russian ethnographic museum*

### **Социально-экономическая жизнь Еврейской автономной области**

Описывая результаты социально-культурного строительства в Биробиджане, автор одной из пропагандистских брошюр Р. Эйдельман в 1936 г. писал: «Молодая ЕВАО живет уже крепкой, полнокровной, многогранной общественно-политической и культурной жизнью. Этого переселенцы-евреи вместе с трудящимися других национальностей, населяющих область, добились в напряженной борьбе под большевистским руководством областной партийной организации».

Фотоматериалы РЭМ отражают и промышленную деятельность молодой автономии. В Биракане добывался и обрабатывался мрамор, в Облучье было построено большое железнодорожное депо, крупной железнодорожной станцией стал поселок Бира, работали Лондоковский известковый завод, Теплоозерский рыбоперерабатывающий завод и др.

Фотографии Биробиджана 1935–1937 гг. демонстрируют нам современный для того времени город: его улицы и площади, жилые и административные здания, новый вокзал, электростанцию, школы, библиотеки, Государственный еврейский театр, Парк культуры и отдыха. Производственные процессы на мебельной, швейной фабриках, фанерном заводе, фабрике «Деталь», в артелях жестянщиков, лозоплетения, «Колесо революции» представляют нам промышленный Биробиджан.

Часть снимков посвящена учащейся молодежи. На них сняты учащиеся средних школ,

музыкальной школы, балетного кружка, студенты педагогического и горно-металлургического техникумов, студенты из Еврейской автономной области, обучающиеся в московских вузах (рис. 17, 18).

Как и во всех советских городах, в Биробиджане ежегодно проводились спортивные и военно-патриотические мероприятия, Первомайские и Октябрьские демонстрации.

#### **Сохранение истории сегодня**

В 2017 г. в здании областной филармонии была проведена выставка 50 фотографий истории заселения и развития Еврейской автономной области, выполненных в 1928–1937 гг., хранившихся в фондах Российского этнографического музея (рис. 19, 20).

Следует отметить, что история освоения территории Еврейской автономной области отражается также и в фотоматериалах, хранящихся в областном краеведческом музее. Богатая и интересная коллекция довоенных фотографий освоения области под общим названием «Харьковский альбом» была сформирована в ходе организации музея в 1945 г.

В настоящее время ведется работа по передаче областному музею, научным учреждениям области хранящихся в РЭМ и пока еще недоступных фотографий 1920–1930-х гг., отражающих историю нашей автономии. Мы уверены, что скоро они будут доступны для обозрения всеми желающими.



**Рис. 17. Уроки в балетном кружке. Биробиджан, 1937 г. Из фондов Российского этнографического музея**

**Fig. 17. A lesson at a ballet club. Birobidzan, 1937. From the funds of the State Russian ethnographic museum**



**Рис. 18. Школьница Биробиджана. Фото Л. Гершковича, 1937 г. Из фондов Российского этнографического музея**

**Fig. 18. A schoolgirl, Birobidzhan. Photo by L. Gershkovich, 1937. From the funds of the State Russian ethnographic museum**



*Рис. 19. На Октябрьской улице Биробиджана, 1937. Фото Л. Гершковича.  
Из фондов Российского этнографического музея*

*Fig. 19. On October Street in Birobidzhan. Photo by L. Gershkovich, 1937.  
From the funds of the State Russian ethnographic museum*



*Рис. 20. Выставка Государственного музея этнографии  
«Евреи в царской России и в СССР». Стенд «Юный город Биробиджан», 1939 г.*

*Fig. 20. Exhibition by the State Museum of Ethnography «Jews in tsarist  
Russia and in the USSR». The poster «Young city of Birobidzhan», 1939*



Фотоматериалы довоенного периода в журналах «Огонек», «Трибуна» и других центральных и местных газетах оказались едва ли не последней значительной попыткой создания образа нового советского еврейства. Волна сталинских репрессий привела к прекращению переселения в Биробиджан. Никогда больше в истории СССР биробиджанская тема не получала столь масштабного отражения на страницах советской прессы. Еврейской страной Биробиджан так и не стал, но в советской фотографии, успешно справившейся с политическим заказом власти, эта тема была реализована в полной мере.

**Работа выполнена в рамках госзадания ИКАРП ДВО РАН.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуревич В.С. Еврейская колонизация на Дальнем Востоке России в первой половине XX в. (на примере Еврейской автономной области) // Социально-гуманитарные науки на Дальнем Востоке. 2014. № 3 (43). С. 221–229.
2. Иванов Александр. Витуриализируя утопию: Биробиджан в советской фотожурналистике 1920-1930-х гг. // Научные труды по иудаике. М., 1913. 405 с.
3. Диманштейн С.М. Еврейская автономная область – детище Октябрьской революции. М., 1936. 10 с.
4. Дымшиц В., Иванов А. Марш энтузиастов: фотографии из архивов ОЗЕТА и ОРТа. СПб.; Лондон: World ORT, 2006.
5. Калинин М.И. Об образовании Еврейской автономной области. М.: Эмес, 1935. 23 с.
6. Кулешова А.И. В объективе наша история // Биробиджанер штерн. 2018. 31 мая.
7. Мережин А.Н. О заселении Биро-Биджанского района трудящимися евреями. М., 1929. 90 с.
8. Финк В.Г. Евреи в тайге. Очерки. 2-е изд. М., 1932. 362 с.

### JEWISH AUTONOMOUS REGION OF 1920S–1930S IN THE LENS OF SOVIET PHOTOJOURNALISTS

V.S. Gurevich

*The exposition reflects the historical period of creation and development of the first in history Jewish national-territorial unit in the Far East, and adaptation of the Jewish population of the former Russian Empire to the socialist society. Using adequate visual forms, the photographers show Jewish Autonomous region in the process of its development when it followed the political, ideological and aesthetic instructions of the Soviet administration in the late 1920s–1930s.*

**Keywords:** *photojournalism, photography, representation, expedition, Jewish Autonomous Region.*

Правила оформления рукописи в журнале  
«РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ»

1. Рукопись загружается на сайте журнала **rp.icarp-febras.ru** и высылается обычной почтой в 1 экз. **Бумажный носитель обязателен.**

Там же необходимо заключить договор с редакцией на публикацию статьи и размещение ее в Интернете, а также предоставить экспертное заключение учреждения, в котором выполнена работа.

2. Рекомендуем оформлять статью по рубрикам: актуальность (постановка проблемы), объект и методы, результаты исследования и их обсуждение, заключение, список литературы.

3. **На первой странице рукописи** в левом верхнем углу должен быть указан индекс по универсальной десятичной классификации (УДК). Затем по центру следует на русском и английском языках название статьи, инициалы и фамилии всех авторов, полное название организации, почтовый адрес, e-mail, аннотации и ключевые слова; текст.

4. Текст статьи должен быть набран в редакторе WinWord, шрифтом Times New Roman, 12 pt. Поля слева, сверху и снизу – 2,5 см, справа – не менее 1 см. Объем статьи не должен превышать **13 страниц текста**, напечатанного через **1,5 интервала**, включая список литературы, таблицы и рисунки. К публикации принимаются статьи на русском и английском языках.

5. Сокращения слов, кроме общепринятых, в рукописи не допускаются.

6. Формулы нумеруются в круглых скобках (2), **подстрочные примечания не допускаются**, необходимые разъяснения даются в тексте.

7. Цитируемая литература приводится отдельным списком, перечисляется по алфавиту (в тексте оформляется квадратными скобками и порядковым номером списка) и оформляется в соответствии с ГОСТом (не более 20 источников литературы).

8. В конце рукописи необходимо четко указать название учреждения, фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, а также адрес (с индексом) и телефон автора.

9. **Таблицы должны иметь заголовки на русском и английском языках** и сквозную порядковую нумерацию в пределах статьи, содержание их не должно дублировать текст.

10. Весь иллюстративный материал (графики, схемы, фотографии, карты) именуется рисунками и имеет сквозную порядковую нумерацию. Рисунки выполняются **в черно-белом цвете** в формате GIF, TIFF, JPEG, CDR, EPS, либо в Word (wmf) и представляются в виде отдельных файлов. Рисунки в текст не вставляются, но в тексте дается обозначение, где должен быть рисунок. **Подписи к рисункам на русском и английском языках** печатаются на отдельном листе с указанием фамилии автора и названия статьи. Фотографии (1 экз.) должны быть четко отпечатаны на белой бумаге без дефектов. От качества авторских оригиналов зависит качество иллюстраций в журнале.

Все материалы, опубликованные в журнале «Региональные проблемы», безгонорарные. Плата за их публикацию с авторов не взимается.

Адрес редакции: 679016, Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4. ИКАРП ДВО РАН, редакция журнала «Региональные проблемы». Ответственному секретарю Соловченкову С.А. Электронный адрес: [reg.probl@yandex.ru](mailto:reg.probl@yandex.ru) с пометкой «Региональные проблемы».