

Том 27, номер 4
Октябрь-декабрь 2024

ISSN 2618-9593

Региональные проблемы

Главный редактор
Е.Я. Фрисман



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Институт комплексного анализа
региональных проблем
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Том 27 № 4
2024

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: к.г.н. Д.М. Фетисов; ответственный секретарь: к.г.н. Е.В. Стельмах;
члены редколлегии: к.г.н. А.В. Аношкин, чл.-корр. РАН Б.А. Воронов, д.э.н. Н.В. Гальцева,
к.э.н. В.С. Гуревич, д.ф.-м.н. О.Л. Жданова, акад. РАН Ю.Н. Журавлёв, к.г.н. В.Б. Калманова,
к.г.н. Т.М. Комарова, д.г.н. Б.А. Красноярова, д.г.н. З.Г. Мирзеханова, к.э.н. С.Н. Мишук,
д.г.н. А.В. Мошков, д.э.н. С.Н. Леонов, к.б.н. Т.А. Рубцова, к.с.н. С.А. Соловченков,
д.э.н. С.А. Сукнёва, д.б.н. Л.В. Фрисман, д.э.н. А.Г. Шеломенцев, д.ф.н. А.М. Шкуркин,
к.б.н. Е.А. Григорьева, проф. Алтэн-Аоцир, проф. Ван Цзюанлэ, проф. Син Гуанчэн

*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, 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) 4-15-71, 6-00-97, <http://икарп.рф>
E-mail: **reg.probl@yandex.ru**

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ	5
Игнатенко Е.В. <i>Ареалогическая характеристика фауны пчёл (Hymenoptera: Apoidea: Ariformes) Зейского заповедника (Амурская область)</i>	5
ГЕОЛОГИЯ	16
Петрищевский А.М. <i>Вероятностно-детерминистские гравитационные модели структур центрального типа в Дальневосточном регионе России</i>	16
ГЕОЭКОЛОГИЯ	30
Потурай В.А. <i>Применение метода твердофазной экстракции при исследовании органического вещества в гидротермальных системах Дальнего Востока России</i>	30

Зубарев В.А. <i>Оценка современного состояния разновозрастных залежных осушенных почв (на примере осушительной системы «Надеждинская» Еврейской автономной области)</i>	49
Калманова В.Б., Жучков Д.В. <i>Экологическая оценка современного состояния дендрофлоры парка культуры и отдыха г. Биробиджана</i>	57
Глаголев В.А. <i>Прогноз антропогенной пожарной опасности растительности по данным спутниковых снимков юга Дальнего Востока России</i>	72
ЭКОНОМИКА	79
Аверина О.В. <i>Общие тенденции изменения структуры и динамики денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа</i>	79
Котлярский А.В., Лапина Н.В., Заостровских Е.А. <i>Судостроительный кластер для Приморского края: облик будущего – 2050</i>	93
Эннс Е.А., Заостровских Е.А. <i>Цифровизация судостроения в России через призму мировых тенденций</i>	105
ИСТОРИЯ	117
Гуревич В.С. <i>Корейские иммигранты в истории Еврейской автономной области</i>	117

REGIONAL PROBLEMS

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

Volume 27 Number 4
2024

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

CONTENTS

BIOLOGY	5
Ignatenko E.V. <i>Arealogical characteristics of the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) at Zeysky Nature Reserve (Amur Region)</i>	5
GEOLOGY	16
Petrishchevsky A.M. <i>Probabilistic-deterministic gravity models of the central type structures in the Russian Far East</i>	16
GEOECOLOGY	30
Poturay V.A. <i>Using solid phase extraction to study organic matter in hydrothermal systems in the Russian Far East</i>	30
Zubarev V.A. <i>Assessment of the different-aged fall-layered drained soils current state (on the example of the Nadezhdinskaya drainage system in the Jewish Autonomous Region)</i>	49
Kalmanova V.B., Zhuchkov D.V. <i>Ecological assesment of the the Birobidzhan culture and recreation park dendroflora.</i>	57
Glagolev V.A. <i>Forecast of anthropogenic fire danger for vegetation according to satellite images of the south of the Russian Far East</i>	72

ECONOMICS	79
<i>Averina O.V. General trends in changing the structure and dynamics of the population monetary income at subjects of the Far Eastern Federal District</i>	79
Kotlyarsky A.V., Lapina N.V., Zaostrovskikh E.A. Shipbuilding cluster for the Primorsky Territory: the shape of the future – 2050	93
Enns E.A., Zaostrovskikh E.A. Shipbuilding digitalization in Russia in the worldwide trends context	105
HISTORY	79
Gurevich V.S. Korean immigrants in the history of the Jewish Autonomous Region	117

Технический редактор *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;
дисковод CD-ROM 2X и выше; мышь*

Объем данных (8 341 Кб)
Дата размещения на сайте: 22.12.2024 г.
Дата подписания к использованию: 17.12.2024 г.

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 595.799:591.524.2(571.61)

АРЕАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАУНЫ ПЧЁЛ (HYMENOPTERA: APOIDEA: APIFORMES) ЗЕЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Игнатенко

Зейский государственный природный заповедник,
ул. Строительная 71, г. Зея, 676246,
email: evignatenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0562-3509>

Представлена ареалогическая характеристика фауны надсемейства Apoidea (секция Apiformes – пчёлы) Зейского природного заповедника, выполненная на основе работ К.Б. Городкова. Проанализированы ареалы 134 видов из 6 семейств и 25 родов, собранных в настоящее время на юго-восточной части хребта Тукурингра в пределах заповедника и его охранной зоны. Виды распределены по 20 типам ареалов (хорологическим группам). По долготной составляющей выделены девять групп: космополитическая (2 вида – 1,5%), циркумголарктическая (9 видов – 6,7%), амфиголарктическая (6 – 4,5%), транспалеарктическая (50 – 37,3%), евразийская (3 – 2,2%), амфиалеарктическая (22 – 16,3%), восточнопалеарктическая (11 – 8,3%), сибиро-дальневосточная (8 – 5,9%), дальневосточная (23 – 17,2%). По широтной составляющей выделены четыре группы: бореальная (6 видов – 5,2%), суббореальная (26 – 19,3%), температурная (18 – 13,5%), полизональная (83 – 61,8%) – самая многовидовая. Эндемики на изучаемой территории отсутствуют. Исторически сложившаяся фауна имеет целостный характер, не подвержена антропогенному влиянию. Большое влияние на биологическое разнообразие в целом оказывает река Зея, которая граничит с заповедником и течёт в южном направлении. Территория характеризуется резко континентальным климатом.

Ключевые слова: ареалы, пчёлы, широтная составляющая, долготная составляющая, ареалогическая характеристика, локальная фауна.

Образец цитирования: Игнатенко Е.В. Ареалогическая характеристика фауны пчёл (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) Зейского заповедника (Амурская область) // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 5–15. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-5-15.

Введение

Многие авторы [3–5, 7, 11, 15, 21], предпринявшие попытки классифицировать ареалы, отмечали, что их выделение носит довольно условный характер в связи с недостаточной изученностью распространения видов беспозвоночных и неповторимостью ареала каждого вида, изменениями ареалов, связанных с деятельностью человека (расселение видов или, наоборот, разрушение мест обитания), изменениями климатических условий.

Для ареалогической структуры фауны территории, занимаемой Зейским заповедником (площадь 100,128 км²), выбрана одна из наиболее по-

казательных индикаторных групп, используемых при биоценологических и экологических исследованиях, – надсемейство Apoidea секция Apiformes – пчёлы.

Материалы, методика и территория исследования

Пчёлы являются представителями многочисленной группы опылителей цветковых растений, одними из индикаторов при оценке биоразнообразия и экологического состояния земель. Это особенно важно для особо охраняемой природной территории как эталона природы, где наблюдается естественный ход природных явлений и процессов. Видовой состав надсемейства Apoidea Амур-

ской области на настоящий момент в значительной степени изучен. Для локальной фауны Зейского заповедника большей частью неопределёнными остались сборы семейства Halictidae. Собранные и определённые в заповеднике пчёлы принадлежат к 132 видам из 6 семейств и 23 родов [8, 9].

Сборы выполнены автором публикации с кормовых растений на территории и в охранной зоне заповедника на лесных полянах, опушках, вдоль дорог и троп у подножия и на склонах хребта Тукурингра, на открытой местности – в горной тундре, на высоте около 1400 м над уровнем моря, вдоль береговой линии реки Гиллой и по долинам малых водотоков заповедника [8, 9]. Незначительная доля собрана с помощью ловушек Малеца, размещенных под пологом в светлых хвойных и смешанных хвойно-мелколиственных лесах, характерных для севера Амурской области.

Сведения об ареалах видов были получены из «Аннотированного каталога перепончатокрылых насекомых России», обобщающего труды учёных-энтомологов за многие годы [16, 17–20].

Лимитирующим фактором для пчёл в условиях Зейского заповедника является их приуроченность к кормовым растениям, которые в свою очередь произрастают в благоприятных для каждого вида природных условиях. Последнее замечание особенно относится к олиголектным и монолектным видам. Пожары на данной территории очень редки, лесосводки не происходило.

Район исследования расположен в юго-восточной части хребта Тукурингра по правому берегу реки Гиллой и Гиллойского залива Зейского водохранилища в 15–63 км севернее г. Зей Амурской области (рис. 1). Климат совмещает муссонные черты с выраженно-континентальными: с умеренно-холодным и влажным летом и холодной зимой. Средняя многолетняя температура воздуха для территории заповедника по данным термодатчиков, установленных в заповеднике, колеблется в последнее десятилетие от 0,9 до –0,5 °С. Весна и осень ветреные и обычно сухие, летом погодная ситуация определяется в основном северотихоокеанским и южноазиатским циклонами, с чем связана значительная разница в межгодовом количестве осадков. Среднее количество осадков по данным осадкомеров Третьякова, установленных в заповеднике, составляет в среднем 564 мм. Суммы активных температур воздуха (за период со средними суточными температурами выше +5 °С) составляют 2420,3 и 2137,4 градуса.

Для территории характерны бореальные восточно-сибирские среднетаежные (горно-ли-

ственный пояс) низкогорные ландшафты. По физико-географическому районированию СССР [2, 13] территория находится в пределах Амуро-Сахалинской страны, в границах двух областей: Тукурингра-Джагдинской и Верхнезейско-Удской. Рельеф определяет хребет Тукурингра (от 224 до 1442 м н. ур. м.), резко расчлененный со склонами до 50–70°, с узкими глубокооврезанными речными долинами и платообразными, выровненными поверхностями водоразделов. Согласно П.В. Новороцкому [14], разница в радиационном балансе противоположных склонов может достигать 2,5 раз, что сказывается на дифференциации микроклиматических условий и проявляется в распространении видов животных. Для исследуемой территории характерны почвы Дальневосточной таежно-лесной почвенной области – Буреинская провинция Дальневосточной таежно-лесной области Бореального пояса [10]. Ландшафты входят в состав геокриологической зоны с прерывистым распространением многолетнемерзлых пород, которые занимают здесь значительную площадь. Для местности характерна высотная поясность, начиная с нижнего пояса из флористически богатых лесов дуба монгольского и берёзы даурской, обогащенных дауро-маньчжурскими видами, с развитым подпоясом еловой тайги; следующий – горнотаёжный из лиственничных и еловых лесов выше по склону [6]. За зеленомошными ельниками следует пояс подгольцовых редколесий и кедровостланичников, а завершает высотную поясность колонку пояса горных тундр и гольцов. Характерна дифференциация растительности и населения насекомых по экспозициям склонов в связи с их разной инсоляцией.

В районе исследования, благодаря системе хребтов Тукурингра-Соктахан и реки Зей, сформировался сложный фаунистический узел. Южная часть заповедника с дубняками и смешанными хвойно-широколиственными лесами (юго-восточная оконечность хребта Тукурингра) отнесена к Амуро-Зейской южной бореальной тайге [1], большая часть территории отнесена в другой биом, с более суровыми климатическими условиями Тукурингро-Джагдинской подобласти Алдано-Амурской области.

Ареологическая характеристика фауны пчёл Зейского заповедника выполнена на основе работ К.Б. Городкова [3–5].

В основу характеристик типов ареалов насекомых были положены протяженность распространения вида по тепловым поясам – широтная и долготная составляющие. Учтено высотное зо-

нирование территории, а также распространение вида в целом по Евразии, на континентальной и островной частях Дальнего Востока [12] с учетом исторической составляющей. Это отражает отношение к таким параметрам климата, как аридность-гумидность и океаничность-континентальность, что особенно важно для пчёл, привязанных к своим кормовым видам растений. Каждый вид и его экологическая ниша неповторимы, поэтому неизбежно «... создание упрощённых умозрительных моделей ареала ...» [3] и их объединение по совокупности определяющих характеристик каждого ареала. Необходимо учитывать возможные неполные знания о реальном распространении многих видов насекомых. Однозначная терминология, особенно для широтной составляющей, не разработана. С учётом вышеописанного пчёлы разделены нами на 20 хронологических групп (типов ареалов) (табл.).

Результаты и обсуждение

Фауна пчёл Зейского заповедника в настоящее время представлена 134 видами из 6 семейств и 25 родов: сем. Colletidae (2 рода): *Colletes* (3 вида), *Hylaeus* (9); сем. Andrenidae (2 рода): *Andrena* (37), *Panurginus* (1); сем. Halictidae (2 рода): *Halictus* (1), *Rophites* (1); сем. Melittidae (3 рода):

Dasipoda (1), *Macropis* (2), *Melitta* (1); сем. Megachilidae (9 родов): *Chelostoma* (1), *Hoplitis* (4), *Osmia* (7), *Anthidiellum* (1), *Anthidium* (1), *Bathanthidium* (1), *Stelis* (2), *Megachile* (16), *Coelioxys* (7); сем. Apidae (7 родов): *Ceratina* (2), *Nomada* (3), *Epeolus* (1), *Ammobatoides* (1), *Eucera* (1), *Anthophora* (2), *Bombus* (28).

При классификации ареалов пчёл мы следовали принципам, предложенным К.Б. Городковым и описанным в ряде его работ [3–5].

Принимаем, что «космополиты» – условное обозначение видов, распространенных в разных широтах на разных материках, расселившихся благодаря деятельности человека и обитающих на новых территориях в пределах своих экологических ниш, но не «всюду». Подобные виды, обитающие на всех континентах, в заповеднике представлены двумя широко распространёнными (полizonальными), обычными для территории, видами: *Megachile rotundata* Fabricius, 1787, *M. centuncularis* (Linnaeus, 1758). Они являются полилектами, расселенными по планете с целью использования их уникальности как опылителей. Медоносная пчела (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) на заповедной территории и в её окрестностях отсутствует из-за суровости природных условий.

Таблица

Распределение пчёл локальной фауны Зейского заповедника по типам ареалов (числитель – число видов, знаменатель – доля в процентах)

Table

Distribution of the Zeysky Reserve local fauna bees by types of areas (numerator – number of species, denominator – percentage)

Широтная составляющая ареала	Долготная составляющая ареала								
	Космополитический	Циркумполярктический	Амфиголарктический	Транспалеарктический	Евразийский	Амфипалеарктический	Восточнопалеарктический	Сибиро-дальневосточный	Дальневосточный
Бореальный			1/0,8			5/3,7	1/0,8		
Суббореальный				5/3,7		5/3,7	5/3,7	5/3,7	6/4,5
Температный				10/7,5		4/3,0	4/3,0		
Полizonальный	2/1,5	9/6,7	5/3,7	35/26,1	3/2,2	8/5,9	1/0,8	3/2,2	17/12,7
Всего (видов/%)	2/1,5	9/6,7	6/4,5	50/37,3	3/2,2	22/16,3	11/8,3	8/5,9	23/17,2

Виды пчёл, обитающие от высоких и умеренных широт Северного полушария до широколиственных лесов, в разных поясах Палеарктики и Неарктики, объединены в циркумголарктический полизональный тип, который представлен девятью видами: *Hylaeus annulatus* Linnaeus, 1758; *Andrena clarkella* (Kirby, 1802); *A. barbilabris* (Kirby, 1802); *A. wilkella* (Kirby, 1802); *Megachile lapponica* Thomson, 1872; *Bombus flavidus* Eversmann, 1852; *Bombus jonellus* (Kirby, 1802); *B. bohemicus* Seidl, 1837; *B. norvegicus* (Sparre-Schneider, 1918). Как правило, места сборов относительно спорадически распределены по Северному полушарию, включая Японские острова; южная граница ареалов проходит по северу Мексики, северному краю Сахары, до Гималаев и юга Китая.

Амфиголарктическая группа на исследуемой территории представлена двумя типами. К амфиголарктическому бореальному типу отнесен один вид – *Anthophora terminalis* Cresson, 1869 – распространён полосой от Урала до Дальнего Востока, на юг до Монголии и Китая, а также в Северной Америке. К амфиголарктическому полизональному типу отнесены пять видов: *Hoplitis robusta* (Nylander, 1848); *Osmia maritima* Friese, 1885; *O. nigriventris* (Zetterstedt, 1838); *Bombus flavidus* Eversmann, 1852, встречающиеся в Северной Америке и Палеарктике от Европы до Монголии и Китая на юго-востоке. *Megachile circumcincta* (Kirby, 1802) по Палеарктике встречается до севера Африки и в Северной Америке.

Транспалеарктическая группа ареалов предполагает распространение от Атлантики до Пацифики вдоль всей Евразии, за исключением самой северной части, захватывает северные районы Африки, Монголию, Китай на южных границах, а также Сахалин и Японские острова на востоке, с разделением на ареалы с учетом требовательности видов к температурно-влажностным характеристикам климата. Это самая многочисленная группа видов, в которой выделены три типа ареалов.

К транспалеарктическому суббореальному типу отнесены пять видов: *Andrena argentata* Smith, 1844, *A. comta* Eversmann, 1852; *Melitta tricincta* Kirby, 1802; *Bombus cullumanus serrisquama* Morawitz, 1888; *Nomada ecarinata* Morawitz, 1888.

Транспалеарктический температурный тип объединяет 10 видов пчел, ареалы которых захватывают участки с умеренным климатом Северного полушария от берегов Атлантического океана до Тихоокеанского побережья с островами. По широтной составляющей включает зону

широколиственных лесов – промежуток между таёжной и степной зонами, южная граница проходит по Турции, Монголии и северу Китая. Для исследуемой территории состоит из следующих видов: *Hylaeus rinki* (Gorski, 1852); *Andrena tarsata* Nylander, 1848; *Hoplitis tuberculata* (Nylander, 1848); *Megachile bombycina* Radoszkowski, 1874; *M. genalis* Morawitz, 1880; *M. versicolor* Smith, 1844; *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761); *B. muscorum* (Linnaeus, 1758); *B. pascuorum* (Scopoli, 1763); *B. deuteronymus* Schulz, 1906.

Транспалеарктический полизональный тип подразумевает присутствие видов, обитающих в характерных для них биотопах от северных областей Европы до северного берега Африки на юге и до Тихоокеанского побережья с островами и центральных районов Китая на востоке. Если посмотреть внимательнее, то этот тип можно разделить на три подтипа видов, распространённых от севера Европы на юг до севера Африки; материковую часть Евразии, кроме холодной таежной части и до центральных районов Китая и Корейского полуострова; от севера европейской части неширокой полосой до Сахалина и Японских островов. Самый многовидовый тип, объединяет 35 видов: *Hylaeus confusus* Nylander, 1852; *Andrena lapponica* Zetterstedt, 1838; *A. denticulata* (Kirby, 1802); *A. ruficrus* Nylander, 1848; *A. rosae* Panzer, 1801; *A. subopaca* Nylander, 1848; *A. coitana* (Kirby, 1802); *A. combinata* (Christ, 1791); *A. ovatula* (Kirby, 1802); *A. haemorrhoea* (Fabricius, 1781); *A. nitidiuscula* Schenck, 1853; *Hoplitis leucomelana* (Kirby, 1802); *Megachile analis* Nylander, 1852; *Osmia leaiana* (Kirby, 1802); *Anthidiellum strigatum* (Panzer, 1805); *Anthidium septemspinatum* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841; *Stelis ornatula* (Klug, 1807); *Bombus sylvestris* (Lepeletier de Saint-Fargeau, 1832); *B. rupestris* (Fabricius, 1793); *B. consobrinus* Dahlbom, 1832; *B. humilis* Illiger, 1806; *B. lucorum* (Linnaeus, 1761); *B. modestus* Eversmann, 1852; *B. schrencki* Morawitz, 1881; *B. sichelii* Radoszkowski, 1860; *B. sporadicus* Nylander, 1848; *Coelioxys mandibularis* Nylander, 1848; *C. rufescens* Lepeletier de Saint-Fargeau et Audinet-Serville, 1825; *Megachile alpicola* Alfken, 1924; *M. lagopoda* (Linnaeus, 1761); *M. maritima* (Kirby, 1802); *M. willughbiella* (Kirby, 1802); *Nomada roberjeotiana* Panzer, 1799; *N. panzeri* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841; *Eucera longicornis* (Linnaeus, 1758).

Нами для пчёл выделен тип ареалов, предполагающихся по всему Евразийскому континенту от умеренных северных областей до Индии и Непала без Аравийского полуострова – евразий-

ский полизональный. К ним отнесены три вида: *Bombus hypnorum* (Linnaeus, 1758); *Colletes floralis* Eversmann, 1852; *Andrena pilipes* Fabricius, 1781, встречающиеся в нескольких природных зонах.

Виды, отнесённые к амфипалеарктической группе ареалов, распространены по всем представленным в таблице широтным составляющим. Они известны только из западной и восточной частей Палеарктики, имеют разорванные ареалы, что обусловлено историческими причинами и современным климатом. Возможно, что при дальнейших находках представителей, отнесённых сейчас к этой группе, их можно будет считать транспалеарктическими. Является многочисленной, наряду с транспалеарктическим полизональным типом и дальневосточной группой условных эндемиков.

Амфипалеарктический бореальный тип представлен пятью видами с разорванными ареалами: как правило, обнаружены на хорошо изученной европейской части с умеренным климатом. На востоке Палеарктики встречаются от Тюменской или Кемеровской областей, захватывают Монголию и простираются до Тихоокеанского побережья, а также в горах Киргизии или Таджикистана. Тип представлен пятью видами: *Panurginus romani* Aurivillius, 1914; *Megachile maackii* Radoszkowski, 1874; *Anthophora arctica* Morawitz, 1883; *Bombus balteatus* Dahlbom, 1832; *B. lapponicus* (Fabricius, 1793).

Амфипалеарктический суббореальный тип представлен также пятью видами: *Andrena fulvida* Schenck, 1853; *Megachile rubrimana* Morawitz, 1893; *M. fulvimana* Eversmann, 1852; *Epeolus tarsalis* Morawitz, 1874. Ареалы видов разорваны, участки располагаются необязательно только в западной и восточной частях Палеарктики в зоне распространения широколиственных лесов (промежуток между таёжной и степной зонами), но приурочены к локальным местообитаниям с характерными для каждого вида условиями и кормовыми растениями (*Bathanthidium sibiricum* (Eversmann, 1852)).

Амфипалеарктический температурный тип включает четыре вида, распространённые в европейской части Палеарктики, которые не отмечены в центральных, северных и южных областях и на Урале, а далее на восток встречаются от бассейна Оби до берегов Тихого океана, захватывая Чукотское и Камчатское побережья: *Hylaeus cardioscapus* Cockerell, 1924; *Chelostoma foveolatum* (Morawitz, 1868); *Osmia uncinata* Gerstäcker, 1869); *Coelioxys lanceolatus* Nylander, 1852).

К амфипалеарктическому полизональному типу отнесены восемь видов: *Hylaeus paulus* Bridwell, 1919; *H. gracilicornis* (Morawitz, 1867); *Osmia parietina* Curtis, 1828; *Coelioxys alatus* Förster, 1853; *C. inermis* (Kirby, 1802); *C. conoides* (Illiger, 1806); *Megachile ligniseca* (Kirby, 1802); *Bombus patagiatus* Nylander, 1848. Встречаются в европейской части Палеарктики, западная граница другой части ареала проходит вдоль Иртыша и Оби, захватывает Камчатку, Сахалин и северные острова Японии. Ареалы видов, отнесённых к этому типу, характеризуются относительно спорадическим распределением по Палеарктике с выходом на тундровую зону, на юге встречаются в среднеазиатских республиках, Центральной Азии, доходят до Ирана и севера Африки (*Coelioxys elongatus* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841).

К восточнопалеарктическим типам отнесены виды, западная граница распространения которых проходит вдоль Оби и уходит на Алтай, на востоке доходит до Дальнего Востока, включая приокеаническую часть материка.

К восточнопалеарктическому бореальному типу отнесен один вид – *Ammobatoides radoszkowskii* Proshchalykin et Lelej, 2014, отмеченный в Бурятии, ряде областей юга Дальнего Востока и на севере Китая.

Восточнопалеарктический суббореальный тип объединяет пять видов пчёл, характерных для неморальной части материка: *Colletes arsenjevi* Kuhlmann, 2006; *Hylaeus tsingtauensis* (Strand, 1915); *Andrena orientaliella* Osytshnjuk, 1986; *A. bonivuri* Osytshnjuk, 1984; *Macropis dimidiata amurensis* Popov, 1958.

Восточнопалеарктический температурный тип представлен четырьмя видами: *Andrena angarensis* Cockerell, 1929; *A. sibirica* Morawitz, 1888; *Hoplitis scita* (Eversmann, 1852); *Stelis melanura* Cockerell, 1924 – западная граница ареалов захватывает северные части Центральной Азии и Монголии, на востоке встречаются до Тихоокеанского побережья как в умеренном, так и теплом влажном климате побережий.

К восточнопалеарктическому полизональному типу отнесен один вид, ареал которого простирается от долины Оби на восток до Приморья и спускается на юг до Корейского полуострова, занимает только континентальную часть Евразии – *Bombus pseudobaicalensis* Vogt, 1911.

Сибиро-дальневосточная группа типов – их можно также назвать восточно-сибирско-дальневосточными, поскольку западная граница ареалов проходит по правой части Обского бассейна (за-

хватывает Восточную Сибирь), – узкой полосой достигает побережий Тихого океана (материковая часть от Восточной Сибири до Камчатки и Приморья). Но ареалы захватывают также Сахалин и Японские острова.

К сибиро-дальневосточному суббореальному типу отнесены пять видов, обитающих между таёжной и степной зонами: *Andrena aino* Tadauchi, Hirashima et Matsumura, 1987; *A. maukensis* Matsumura, 1911; *A. transbaicalica* Popov, 1949; *A. nippon* Tadauchi et Hirashima, 1983; *Halictus tsingtuensis* Strand, 1910.

Сибиро-дальневосточный полизональный тип включает три вида – *Hylaeus nigrocuneatus* Cockerell, 1924; *Dasypoda japonica* Cockerell, 1911; *Andrena fukuokensis* Hirashima, 1952 – встречаются от Тувы до Тихоокеанского побережья и острова Хоккайдо.

Дальневосточная группа типов представлена видами, зарегистрированными в Приамурье и Приморье, вдоль Тихоокеанского побережья, в отдельных районах Китая, а также на Курильских и Японских островах. Специфику дальневосточной группы представляют «эндемики». С течением времени при расширенных исследованиях локальных фаун они перестают быть таковыми. Их можно разделить на дальневосточный суббореальный тип – встречаются только в Приамурье и Приморье, и дальневосточный полизональный (можно назвать «умеренно-низкоширотным») – кроме Приамурья и Приморья встречаются также на Японских островах и Корейском полуострове. Именно эндемики Восточной Азии, а также виды, распространенные до тропических широт Юго-Восточной Азии, – индивидуальная особенность приамурской фауны. Виды с бореальной широтной характеристикой отсутствуют.

К дальневосточному суббореальному типу отнесены шесть видов: *Andrena sakagami* Tadauchi, Hirashima et Matsumura, 1987; *A. khabarovi* Osytshnjuk, 1986; *A. mutini* Osytshnjuk, 1986; *A. lazoiana* Osytshnjuk, 1995; *Rophites gruenwaldti* Ebmer, 1978; *Bombus unicus* Morawitz, 1883. В заповеднике они собраны на растениях по берегам Гиллоуэского залива и реки Гиллой.

К дальневосточному полизональному типу отнесены 17 видов: *Colletes perforator* Smith, 1869; *Hylaeus transversalis* Cockerell, 1924; *Andrena watasei* Cockerell, 1913; *A. media* (Radoszkowski, 1891); *A. nawai* Cockerell, 1913; *A. benefica* Hirashima, 1962; *A. brevihirtiscopa* Hirashima, 1962; *A. hon-doica* Hirashima, 1962; *Macropis ussuriiana* (Popov, 1936); *Osmia orientalis* Benoist, 1929; *O. opima*

Romankova, 1985; *Ceratina satoi* Yasumatsu, 1936; *C. flavipes* Smith, 1879; *Bombus ussurensis* Radoszkowski, 1877; *B. tricornis* Radoszkowski, 1888; *B. hypocrita* Pérez, 1905; *B. diversus* Smith, 1869.

Соотношение типов ареалов Зейского заповедника представлено на рис. 2.

В значительной части ареалы пчёл связаны с распространением кормовых растений и наличием мест для возможности устройства гнёзд. Равномерное распределение насекомых в условиях заповедника невозможно ввиду скалистого, горного характера его ландшафтов, не всегда покрытых растительностью. Очень беден пчёлами, например, еловый зеленомошный лес из-за малого количества цветковых растений.

По широтной составляющей ареалы видов пчёл, собранных в Зейском заповеднике, принадлежат к четырём основным группам. Бореальных таёжных видов, обитающих в умеренном климате северного полушария, обнаружено немного (6 видов – 5,3%), несмотря на бореальный характер лесов. В связи с этим возникает задача о более подробном обследовании подгольцового и гольцового поясов хребта Тукурингра. На долю суббореальной группы отнесены 26 видов пчёл (19,3%), характерных для неморальной области (хвойно-широколиственные и смешанные лиственные леса – берега реки Гиллой и юго-восточная часть Гиллоуэского залива в заповеднике). В этой группе присутствуют виды, обитающие южнее, большая часть их мест обитания вдоль береговой линии реки Гиллой ушла под воду при заполнении Зейского водохранилища. Доля температурных видов, широко распространённых в Палеарктике, значительна и составляет 18 видов – 13,5% от выявленной в настоящее время фауны пчёл заповедника. Это виды, которые населяют хорошо прогреваемые опушки светлохвойной тайги и южные склоны хребта Тукурингра, также встречаются гораздо южнее по региону.

Полизональные виды пчёл захватывают широкую область от севера европейской части до севера Африки и Сахалина и Японских островов на востоке Палеарктики. Если следовать принципу эврибионтных свойств полизональных видов, то решающим фактором распространения пчёл по широтной составляющей будет являться их полилектность. Виды пчёл, приспособленные к широкому спектру природных условий на юге своего ареала, летят в два или несколько поколений (роды *Hylaeus*, *Megachile*), а на севере мы наблюдаем всего одно поколение с растянутым периодом лёта [8]. Либо вид характеризуется не

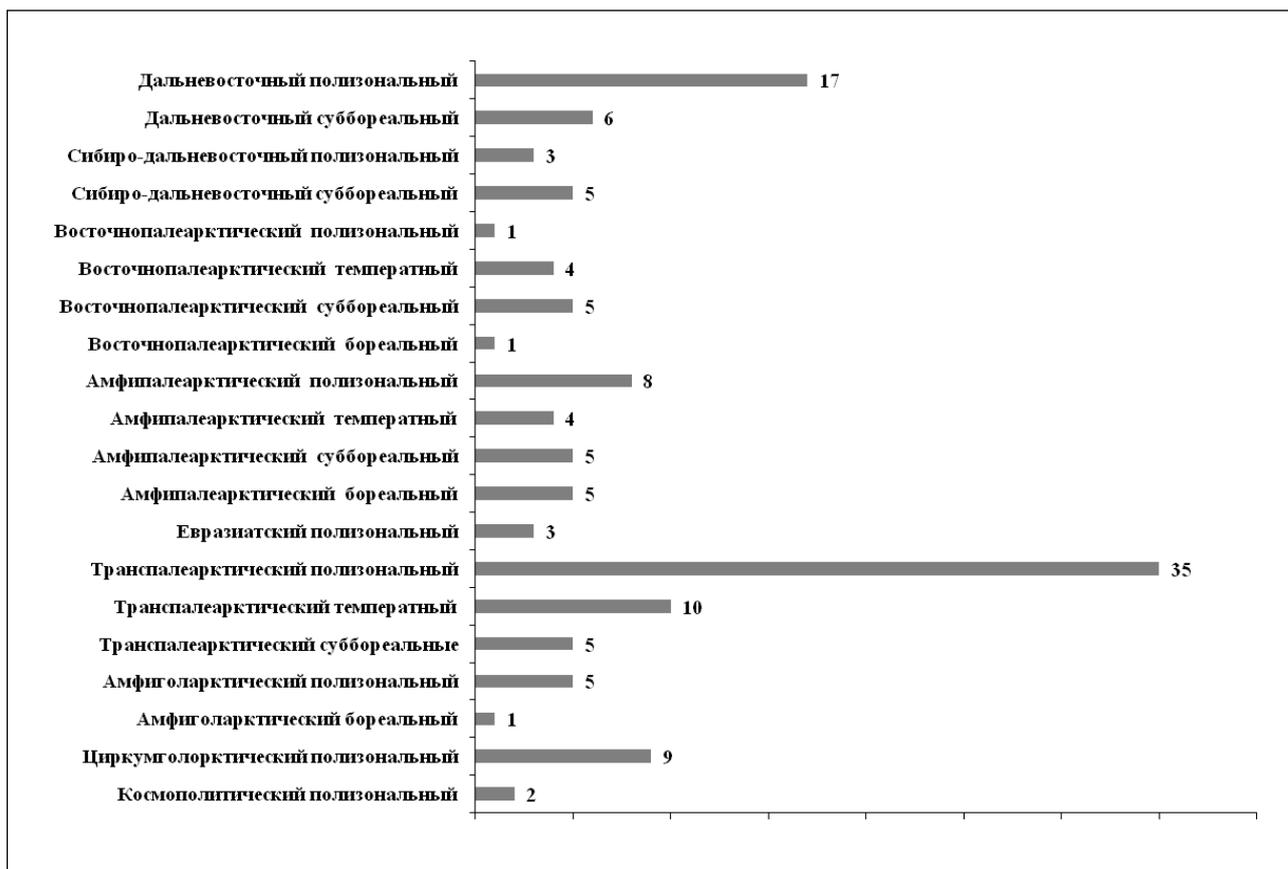


Рис. 2. Соотношение типов ареалов для локальной фауны пчёл Зейского заповедника

Fig. 2. Habitat types ratio for the local fauna bees at Zeysky Reserve

таким протяжённым сроком лёта, как в южной части ареала (некоторые шмели р. *Bombus*). К полizonальной группе отнесена большая часть пчёл, встреченных в заповеднике, – 83 вида (61,8%).

Необходимо отметить, что указанные соотношения со временем изменятся – на момент подготовки статьи не определёнными остаются представители сем. Halictidae.

По долготной составляющей выделены девять групп. Особый комплекс составляют пчёлы космополитической группы (полizonальные), расселённые человеком по всей планете (составляют 1,5% от всех известных видов: *Megachile rotundata*, *M. centuncularis*, медоносная пчела в Зейском заповеднике не отмечена) и циркумголарктическая группа ареалов, объединяющих небольшое число видов, распространённых в Голарктике и Ориентальной области (9 видов – 6,7%). Значительна доля дальневосточных видов (западно-охотско-эвразийских по Емельянову [7]). По мере изученности территории их доля, несомненно, уменьшится. В эту группу объедине-

ны виды пчёл, которые отмечены на российском Дальнем Востоке, полуострове Корея, в Китае, на Японских островах (23 вида – 17,2%).

Доминирующей является транспалеарктическая группа из трёх типов ареалов. Насекомые, отнесённые к этой группе, встречаются в Северной Америке и Евразии, места обитания расположены также на севере Африки – это один из многовидовых комплексов, объединяет 50 видов (37,3%). Амфипалеарктическая группа (22 вида – 16,3%) объединяет виды с разорванным ареалом, которые известны только из западной и восточной частей Палеарктики. Высокая доля видов амфипалеарктической группы может быть объяснена недостаточной изученностью центральных и северных районов Сибири и Дальнего Востока по сравнению с Европой и югом Дальнего Востока. Вероятно, какая-то часть этих видов со временем будет отнесена в транспалеарктическую группу.

Выделено небольшое число видов (11 – 8,3%), обитающих на Евразийском континенте восточнее Урала – восточнопалеарктическая

группа. Также выделена группа сибиро-дальневосточных видов – 8 (6,1%), предпочитающих широколиственные и смешанные леса с опушками между таёжной и степной зонами. Отдельно выделен евразийский комплекс, состоящий из трех видов (2,3%), обитающих только на Евразийском континенте.

Заключение

Впервые выполнен анализ ареалов насекомых для данной территории, основанный на сборах пчёл, который подтверждает неоднородность локальной фауны Зейского заповедника в целом. Проанализированы ареалы 134 видов из 6 семейств и 25 родов, собранных в настоящее время на юго-восточной части хребта Тукурингра в пределах заповедника и его охранной зоне. Выявлена недостаточная изученность видового состава пчёл подгольцового и гольцового поясов хребта Тукурингра в пределах заповедника.

Проведённый ареалогический анализ представителей надсемейства Apoidea заповедника подтверждает наличие комплекса фаун, сформировавшегося в результате «... сложнейшей комбинации различных факторов, ...» [3]. Расположение территории непосредственно вдоль долины реки, протекающей в южном направлении, оказывает большое влияние на состав и особенности структуры фауны насекомых в целом.

На исследуемой территории сложился комплекс из 20 типов ареалов (хорологических групп). Они распределены по долготной составляющей ареала, включающей девять групп: космополитическая (2 вида – 1,5%), циркумголарктическая (9 видов – 6,7%), амфиголарктическая (6 – 4,5%), транспалеарктическая (50 – 37,3%), евразийская (3 – 2,2%), амфипалеарктическая (22 – 16,3%), восточнопалеарктическая (11 – 8,3%), сибиро-дальневосточная (8 – 5,9%), дальневосточная (23 – 17,2%). Высокая доля видов амфипалеарктической и дальневосточной групп, вероятно, связана с недостаточной изученностью фауны пчёл центральных и северных районов Сибири и Дальнего Востока по сравнению с европейской частью Евразии. По широтной составляющей выделены четыре группы: бореальная (6 видов – 5,2%), суббореальная (26 – 19,3%), температурная (18 – 13,5%), полизональная (83 – 61,8%) – самая многовидовая. Возможно, со временем часть этих видов можно будет отнести в транспалеарктическую группу. Эндемики на изучаемой территории пока не обнаружены.

Статья подготовлена при выполнении госзадания на 2024 год № 051-00003-24-01 ФГБУ

«Зейский государственный природный заповедник». Выражаю огромную благодарность д.б.н. Валерию Александровичу Мутину за неоценимую помощь и советы в анализе и подготовке публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / под ред. Г.Н. Огуревой. М.: ИГКЭ, 2020. 623 с.
2. Васильев В.Н. Ботанико-географическое районирование Восточной Сибири // Ученые записки Ленинградского педагогического института им. Герцена. 1956. Т. 116. С. 61–102.
3. Городков К.Б. Трёхмерная климатическая модель потенциального ареала и некоторые ее свойства. Ч. I // Энтомологическое обозрение. 1985. Т. 64, № 2. С. 295–310.
4. Городков К.Б. Трёхмерная климатическая модель потенциального ареала и некоторые ее свойства. Ч. II // Энтомологическое обозрение. 1986. Т. 65, № 1. С. 81–95.
5. Городков К.Б. Динамика ареала: общий подход. Ч. III. Динамика ареала под воздействием биотических факторов // Энтомологическое обозрение. 1997. Т. 76, № 1. С. 86–110.
6. Дудов С.В. География ботанического разнообразия хребта Тукурингра (на примере Зейского государственного природного заповедника): дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2016. 169 с.
7. Емельянов А.Ф. Предложения по классификации и номенклатуре ареалов // Энтомологическое обозрение. 1974. Т. 53, вып.3. С. 497–552.
8. Игнатенко Е.В. К фауне и экологии пчёл (Hymenoptera: Apoidea) Зейского заповедника (Амурская область) // Биота и среда заповедных территорий. 2020. № 4. С. 51–67.
9. Игнатенко Е.В., Кочетков Д.Н. Новые данные по фауне пчёл (Hymenoptera: Apoidea) Амурской области // Амурский зоологический журнал. 2022. Т. 14, № 3. С. 416–425.
10. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:2500000 / И.С. Урусевская, И.О. Алябина, В.П. Винюкова и др. М., 2013. 16 с.
11. Кривохатский В.А., Емельянов А.Ф. Использование выделов общей биогеографии для частных зоогеографических исследований на примере палеарктической фауны муравьиных львов (Neuroptera, Myrmeleontidae) // Энтомологическое обозрение. 2000. Т. 73, № 3. С. 557–578.

12. Мутин В.А. Хорологическая структура населения мух-журчалок (Diptera, Syrphidae) горных темнохвойных лесов Нижнего Приамурья // Чтения памяти А.И. Куренцова. 2011. Вып. XXII. С. 167–175.
 13. Насулич Л.Ф. Физико–географическое районирование Амурской области // Зейско–Бурейнская равнина. М.: АН СССР, 1958. С. 5–34.
 14. Новороцкий П.В. Тепловой баланс среднегорных районов: на примере юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 130 с.
 15. Сергеев М.Г. Зональная смена местообитаний и концепция трёхмерной организации ареала вида // Евразийский энтомологический журнал. 2010. № 9 (2). С. 150–168.
 16. Levchenko T.V., Byvaltsev A.M., Proshchalykin M.Yu. Family Apidae // Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata / eds. A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017. P. 309–332.
 17. Proshchalykin M.Yu. Family Colletidae // Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata / eds. A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017. P. 257–262.
 18. Proshchalykin M.Yu., Astafurova Yu.V. Family Melittidae // Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata / eds. A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017. P. 293–294.
 19. Proshchalykin M.Yu., Astafurova Yu.V., Sidorov D.A. Family Andrenidae // Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata / eds. A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017. P. 263–276.
 20. Proshchalykin M.Yu., Fateryga A.V. Family Megachilidae // Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata / eds. A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017. P. 295–308.
 21. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora / H. Meusel, E. Jäger, E. Weinert. Jena, 1965. 583 p.
- REFERENCES:
1. *Bioraznoobrazie biomov Rossii. Ravninnye biomy* (Biodiversity of Russian biomes. Lowland biomes), G.N. Ogureeva Ed. Moscow: IGKE, 2020. 623 p. (In Russ.).
 2. Vasiliev V.N. Botanical and geographical zoning of Eastern Siberia. *Uchenye zapiski Leningradskogo pedagogicheskogo instituta im. Gertsena*, 1956, vol. 116, pp. 61–102. (In Russ.).
 3. Gorodkov K.B. A three-dimensional climatic model of a potential area and some of its properties. Part I. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1985, vol. 64, no. 2, pp. 295–310. (In Russ.).
 4. Gorodkov K.B. A three-dimensional climatic model of a potential area and some of its properties. Part II. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1986, vol. 65, no. 1, pp. 81–95. (In Russ.).
 5. Gorodkov K.B. The dynamics of the area: a general approach. Part III. The dynamics of the area under the influence of biotic factors. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1997, vol. 76, no. 1, pp. 86–110. (In Russ.).
 6. Dudov S.V. Geography of the botanical diversity of the Tukuringra ridge (on the example of the Zeya State Nature Reserve): *Dis. Candidate of Geographic Sciences*. Moscow: MSU, 2016. 169 p. (In Russ.).
 7. Yemelyanov A.F. Proposals on the classification and nomenclature of habitats. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1974, vol. 53, no. 3, pp. 497–552. (In Russ.).
 8. Ignatenko E.V. On the fauna and ecology of bees (Hymenoptera: Apoidea) Zeysky Reserve (Amur region). *Biota i sreda zapovednykh territorii*, 2020, no. 4, pp. 51–67. (In Russ.).
 9. Ignatenko E.V., Kochetkov D.N. New data on the fauna of bees (Hymenoptera: Apoidea) of the Amur region. *Amurskii zoologicheskii zhurnal*, 2022, vol. 14, no. 3, pp. 416–425. (In Russ.).
 10. *Karta pochvenno-ekologicheskogo raionirovaniya Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:2500000* (Map of soil and ecological zoning of the Russian Federation. Scale 1:2500000), I.S. Urusevskaya, I.O. Alyabina, V.P. Vinyukova. Moscow, 2013. 16 p. (In Russ.).
 11. Krivokhatsky V.A., Yemelyanov A.F. The use of extracts of general biogeography for private zoogeographic studies on the example of the Palearctic fauna of ant lions (Neuroptera, Myrmeleontidae). *Entomologicheskoe obozrenie*, 2000, vol. 73, no. 3, pp. 557–578. (In Russ.).
 12. Mutin V.A. The chorological structure of the population of babbler flies (Diptera, Syrphidae) of mountain dark coniferous forests of the Lower Amur region, in *Chteniya pamyati A.I. Kurentsova*, 2011, issue XXII, pp. 167–175. (In Russ.).
 13. Nasulich L.F. Physico–geographical zoning of

- the Amur regions, in *Zeisko–Bureinskaya ravnina*. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1958, pp. 5–34. (In Russ.).
14. Novorotsky P.V. *Teplivoi balans srednegornyykh raionov: na primere yuga Dal'nego Vostoka* (Thermal balance of mid-mountain areas: on the example of the south of the Far East). Vladivostok: DVNTs of the USSR Academy of Sciences, 1984. 130 p. (In Russ.).
 15. Sergeev M.G. Zonal habitat change and the concept of three-dimensional organization of the species' range. *Evraziatskii entomologicheskii zhurnal*, 2010, no. 9 (2), pp. 150–168. (In Russ.).
 16. Levchenko T.V., Byvaltsev A.M., Proshchalykin M.Yu. Family Apidae, in *Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata*, A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov Eds. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017, pp. 309–332.
 17. Proshchalykin M.Yu. Family Colletidae, in *Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata*, A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov Eds. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017, pp. 257–262.
 18. Proshchalykin M.Yu., Astafurova Yu.V. Family Melittidae, in *Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata*, A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov Eds. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017, pp. 293–294.
 19. Proshchalykin M.Yu., Astafurova Yu.V., Sidorov D.A. Family Andrenidae, in *Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata*, A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov Eds. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017, pp. 263–276.
 20. Proshchalykin M.Yu., Fateryga A.V. Family Megachilidae, in *Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata*, A.S. Lelej, M.Yu. Proshchalykin, V.M. Loktionov Eds. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS, 2017, pp. 295–308.
 21. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora*, H. Meusel, E. Jäger, E. Weinert. Jena, 1965. 583 p.

AREALOGICAL CHARACTERISTICS OF THE BEE FAUNA (HYMENOPTERA: APOIDEA: APIFORMES) AT ZEYSKY NATURE RESERVE (AMUR REGION)

E.V. Ignatenko

Arealogical characteristics of the Apoidea superfamily (section Apiformes – bees) fauna at Zeya Nature Reserve is presented by the author, based on the works by K.B. Gorodkov. We have analyzed the ranges of 134 native species from 6 families and 25 genera, currently collected in the southeastern part of the Tukuringra Ridge within the Reserve and its protected zone. Species are distributed into 20 types of ranges (chorological groups). Nine groups were distinguished by longitudinal component: Cosmopolitan (2 species – 1,5%), Circumholarctic (9 species – 6,7%), Amphigolarctic (6 – 4,5%), Transpalaearctic (50 – 37,3%), Eurasian (3 – 2,2%), Amphipalaearctic (22 – 16,3%), East Palearctic (11 – 8,3%), Siberian-Dalearctic (8 – 5,9%), Far Eastern (23 – 17,2%). By latitudinal component four groups were identified: boreal (6 species – 5,2%), subboreal (26 – 19,3%), temperate (18 – 13,5%), polyzonal (83 – 61,8%) – the most multispecies. There are no endemics inside the study area. Historically, the fauna has had an integral character, without any anthropogenic influence. The Zeya River, which borders the Reserve and flows in the south direction, has a great influence on biological diversity in general. The territory is characterized by a sharply continental climate.

Keywords: habitats, bee colonies, latitudinal component, longitude component, arealogical characteristics, local fauna.

Reference: Ignatenko E.V. Arealogical characteristics of the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) at Zeysky Nature Reserve (Amur Region). *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 5–15. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-5-15.

*Поступила в редакцию 02.04.2024
Принята к публикации 17.12.2024*

ГЕОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.1:550.83:552.3(571.6)

ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИСТСКИЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

А.М. Петрищевский

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: petris2010@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6637-1627>

В результате тектонического и металлогенического анализа вероятностно-детерминистских гравитационных моделей, отражающих реологические свойства геологических сред на территории Дальневосточного региона России, охарактеризованы в 3D-пространстве структуры центрального типа (СЦТ) четырех таксономических уровней: 1) – плюмов, 2) – региональной Южно-Сихотэ-Алинской СЦТ, 3) – Дальнегорской, Белогорской и Вознесенской интрузивно-купольных структур, 4) – субвулканического интрузива в Соболином рудном районе. СЦТ разных таксономических уровней характеризуются одинаковой концентрической зональностью аномалий плотностной контрастности и соответствующих им ареалов рудной минерализации. На основании совпадений рудных ареалов с глубинными аномалиями плотностной контрастности разработана модель металлогенической зональности земной коры, в которой вероятные флюидно-магматические источники оловорудных месторождений залегают на глубине 2–6 км, олово-полиметаллических в интервале глубин 4–12 км, полиметаллических – 6–20 км, и золото-вольфрамовых – 14–24 км. В головах плюмов наиболее глубокий уровень генерации золото-молибденовой и медной минерализации располагается в астеносфере на глубинах ниже 70 км. Второй уровень на глубинах 40–50 км соответствует вязкому подкорковому слою верхней мантии, где происходит накопление и перераспределение рудных концентраций Au, Mo, Cu, Pb и Zn. Третий уровень флюидно-магмо-генерации в интервале глубин 10–20 км представляет собой зону повышенной концентрации коровых магматических очагов – источников гранитоидных магм, несущих наиболее широкий спектр рудной минерализации (Au-Mo, Au-Ag, Cu-Mo-Au, Au-Pb-Zn, Au-W, W, W-Sn, Sn, Au-Sb, Sb).

Ключевые слова: гравитационные модели, реология, структуры центрального типа, металлогеническая зональность, Дальневосточный регион.

Образец цитирования: Петрищевский А.М. Вероятностно-детерминистские гравитационные модели структур центрального типа в Дальневосточном регионе России // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 16–29. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-16-29.

Введение

Структуры центрального типа (СЦТ) чрезвычайно широко распространены в геологическом пространстве и особенно широко – в вулканических поясах. В Дальневосточном регионе эти структуры характеризуются иерархической соподчиненностью и рудоконтролирующим значением [5–7].

СЦТ первого порядка являются плюмы, гравитационные отображения которых неоднозначны. Большинство мезозойских и кайнозойских плюмов сопровождается воздыманием кровли астеносферы, т.е. сокращением мощности литосферы и соответствующими гравитационными максимумами, однако существование плюмов в настоящем и особенно в прошлом часто предпола-

гается в пределах широких гравитационных минимумов, обусловленных большими объемами гранитоидных магм. В этом случае гравитационное моделирование плотностных неоднородностей плюмовой природы традиционными средствами (конечно-элементными моделями) представляет собой трудноразрешимую задачу.

В тектоно-магматических структурах второго и третьего рангов, соответствующих региональным рудным ареалам и рудным районам, состав магматических пород обычно существенно варьирует и далеко не всегда там удается идентифицировать геологическую природу локальных гравитационных возмущений. Гравитационные максимумы могут быть обусловлены как выступами более плотного фундамента, так и субвулканическими экструзивами среднего-основного состава. Минимумы могут быть обусловлены выступами гранитных интрузивов либо погружениями довулканического фундамента. Перечисленные аномалии осложняются влиянием метаморфических процессов: региональных и локальных (экзо- и эндоконтактовых).

Метод исследования

Метод, результаты реализации которого представлены ниже, обеспечивает одинаковую локализацию областей, районов и локальных объемов 3D геологического пространства независимо от природы и относительного знака гравитационных возмущений [4]. Этот метод диагностирует не относительную избыточную плотность геологических тел и структур, а плотностную дифференциацию геологического пространства – «плотностную контрастность» микститовой среды. Опыт проведенных исследований [4–10] показывает, что плотностная контрастность геологических сред связана с их реологическим состоянием.

Интерпретационная процедура относится к классу вероятностно-детерминированных [1]. Вероятность заключается в том, что интерпретируются аномалии не от конкретных геологических тел или структур, а от областей источников с неизвестным распределением плотностных неоднородностей внутри них. Пересечения областей являются случайными. Детерминированность заключается в том, что центры этих областей и распределения плотностной контрастности между центрами и поверхностями эквивалентных сфер вычисляются однозначно при широких начальных условиях [4–5]. Математические основы и технология построения вероятностно-детерминистских гравитационных реологических моделей приводятся в работах [4, 5, 10].

Вероятностные реологические гравитационные модели структур центрального типа *Алдано-Зейский плюм*

Алдано-Зейский плюм сопровождается концентрической зональностью аномалий плотностной контрастности в коровых срезах $\mu_z(x, y, H_c)$ -модели (рис. 1а, 1б): в центре структуры располагается минимум, обрамляемый концентрическими максимумами. В подкоровом срезе (рис. 1в) в центре регистрируется интенсивный максимум, обусловленный утолщением земной коры. Алдано-Зейская СЦТ относится к типу структур с инверсированной (обрушенной) кровлей [8]: прогибание над выступом астеносферы и утолщение земной коры под Становым складчатый поясом. Смещение приповерхностного слоя относительно средне- и нижнекорового обусловлено сдвигом на границе Амурской плиты с Алданским щитом.

В надкупольной зоне Алдано-Зейского плюма выявлена отчетливая дискретность пространственной корреляции рудных узлов и районов с уплотнениями земной коры на глубинах 10, 20 и 35 км, а в низах коры (на глубине 25–30 км), подкоровом слое верхней мантии (40–50 км) и астеносфере (ниже глубины 70 км) обнаружены среды пониженной вязкости, связываемые с очагами полного или частичного плавления – источниками тепла и магматических проявлений на поверхности Земли. Пространственное размещение рудных месторождений характеризуется латеральной металлогенической зональностью, обусловленной «расползанием» и перераспределением магм и рудогенных флюидов, экранированных жесткими пластинами в нижней коре [8]. Выявлен закономерный пространственный ряд рудных парагенезов в направлении от центра к флангам плюма: Au, Mo → Au, Ag, Pb, Zn → Au, Pb, Zn → Au, W → Au, Sb → W, Sn → Sn. Взаимное расположение и строение тектоно-магматических структур более высокого порядка в голове плюма подчиняется иерархической и фрактальной закономерностям [8].

Индиگیро-Колымский плюм

Индиگیро-Колымский плюм характеризуется концентрическим распределением аномалий плотностной контрастности в земной коре (рис. 2а, 2б) и переходном слое литосфера-астеносфера (рис. 2в). В нижнекоровом срезе контуры СЦТ расширяются, а в астеносфере – сужаются, что предопределяет грибовидную форму СЦТ, типичную для плюмов. В разрезах $\mu_z(x, y, H_c)$ -модели (рис. 2) проявлен куполовидный изгиб литосферы, подстилаемый выступом астеносферы.

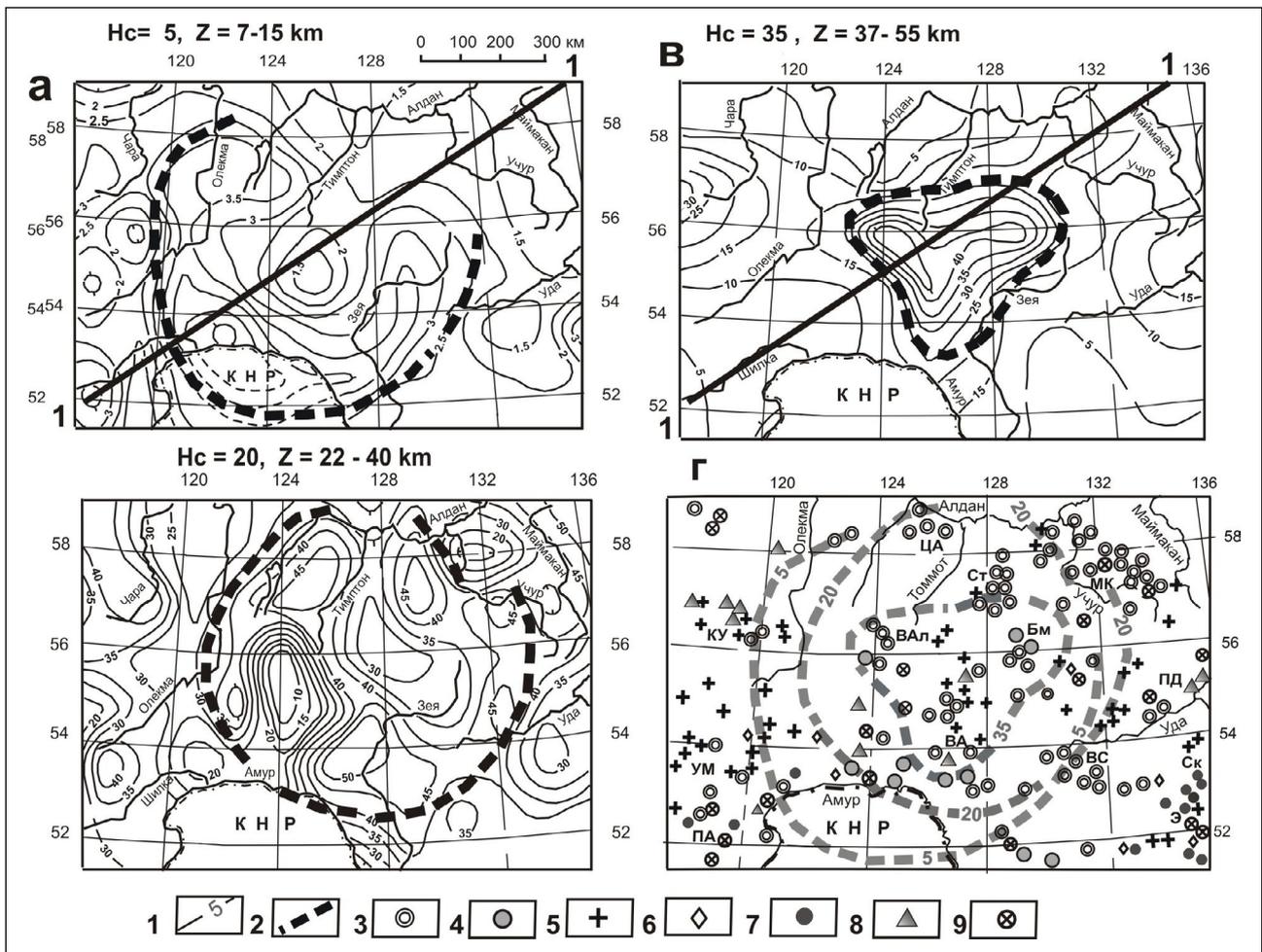


Рис. 1. Карты-срезы (а-в) объемной модели плотностной контрастности (μ_z) в земной коре и подкоровой мантии с размещением рудной минерализации (г) в Верхнем Приамурье

1 – изолинии μ_z -параметра (1 ед. = 10^{-2} кг / м² / км); 2 – контуры плюма в горизонтальных сечениях; 3–9 – месторождения и рудопоявления (3 – золота, 4 – золотосеребряные, 5 – молибдена, 6 – вольфрама, 7 – олова, 8 – меди, 9 – полиметаллов. Наименования рудных узлов и районов: КУ – Кодаро-Удоканский, ВАл – Верхне-Алданский, ЦА – Центрально-Алданский, Ст – Сутамский, Бм – Бомнакский, МК – Маймакано-Киранский, ПД – Преджугджурский, ВС – Верхне-Селемджинский, Ск – Селитканский, Э – Эзопский, ВА – Верхне-Амурский; Ум – Урюм-Могочинский, ПА – Приаргунский

Fig. 1. Map-slices (a-b) of 3D volume model of density contrast (μ_z) into the crust and subcrustal mantle with placement of an ore mineralization (g) in the Upper Amur Area

1 – isolines of μ_z -parameter (1 unit = 10^{-2} kg/m²/km); 2 – contours of the plume in horizontal sections; 3–9 – ore regions (3 – gold, 4 – gold-silver, 5 – molybdenum, 6 – tungsten, 7 – tin, 8 – copper, 9 – lead-zinc. Names of ore knots and areas: KU – Kodaro-Udokansky, ВАл – Upper Aldan, ЦА – Central Aldan, Ст – Sutamsky, Бм – Bomnaksy, МК – Maymakano-Kiransky, ПД – Predzhugdzhursky, ВС – Upper-Selemdzhinsky, Ск – Selitkansky, Э – Ezopsky, ВА – Upper Amur; Ум – Uryum-Mogochinsky, ПА – Priarg

Распределения плотностной контрастности позволяют отнести Индигиро-Колымскую СЦТ к типу тектоно-магматических структур без обрушения кровли.

Пространственное размещение рудных уз-

лов и районов в Верхояно-Колымском регионе контролируется двумя структурными факторами: линейными зонами растяжения и структурами центрального типа (рис. 2). Связи между глубинными плотностными неоднородностями и руд-

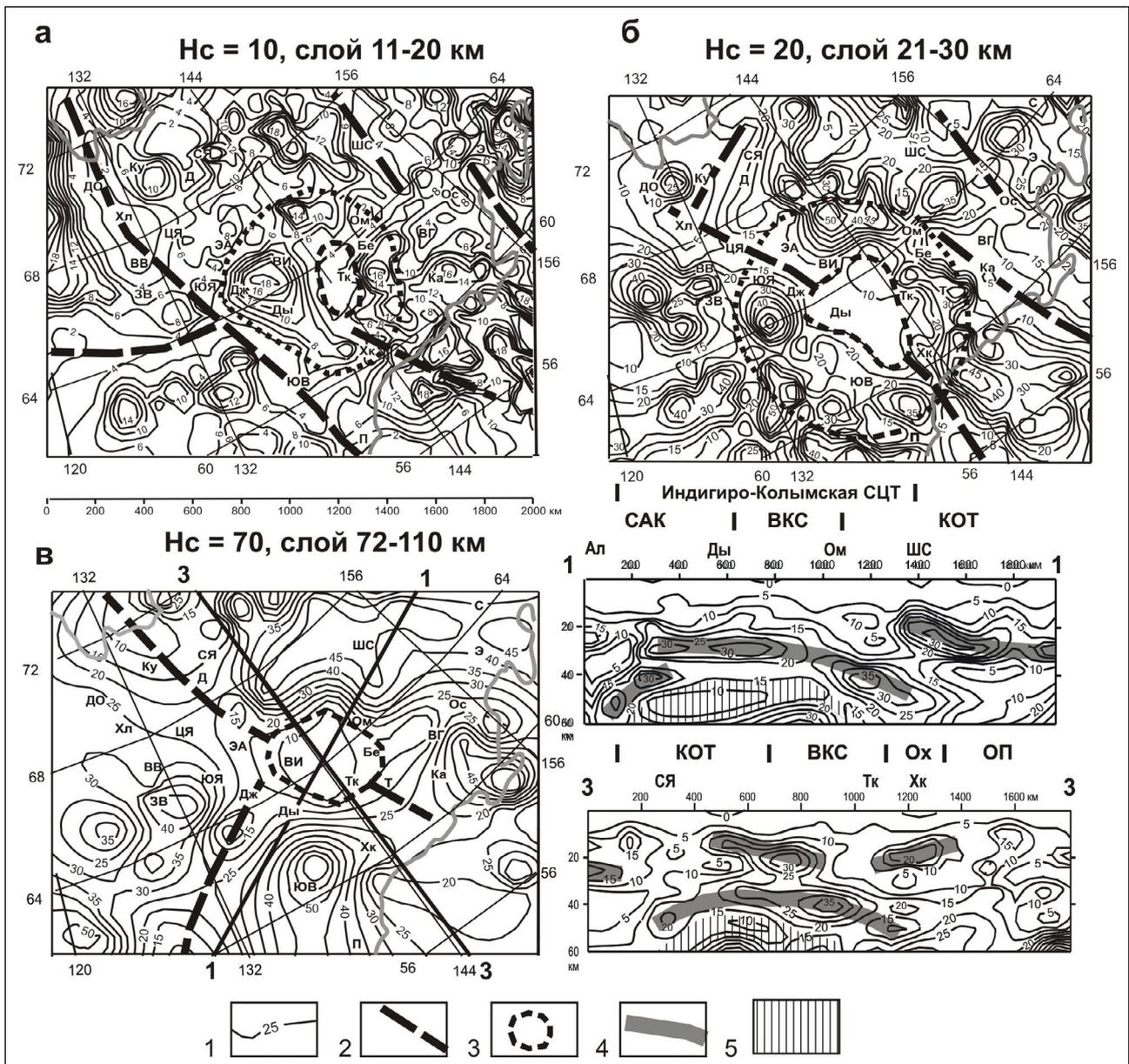


Рис. 2. Распределения плотностной контрастности земной коры

Верхояно-Колымского региона на глубинах 10 (а), 20 (б) и 70 (в) км с разрезами

1 – изолинии плотностной контрастности (1 ед. = 10^{-2} кг / м² / км); 2 – оси зон растяжения; 3, 4 – контуры внутренней (3) и внешней (4) зон Индигиро-Колымской СЦТ; 5 – жесткие (высокая вязкость) слои; 6 – астеносфера. Обозначения структур над разрезами: САК – Северо-Азиатский кратон, ВКС – Верхояно-Колымская складчато-надвиговая система, КОТ – Колымо-Омолонский супертеррейн, ОП – Охотоморская плита, Ох – Охотский массив. Обозначения рудных узлов и районов [МК-2000]: Бе – Береляхский, ВГ – Верхнеортуканско-Гербенский, ВИ – Верхне-Индигирский, ВВ – Восточно-Верхоянский, Д – Депутатский, Дж – Джуптанганский, Ды – Дыбинский, ДО – Дьянди-Олонойский, ЗВ – Западно-Верхоянский, Ка – Карамкенский, Ку – Куларский, Ом – Омчакский, Ос – Омсукчанский, С – Сергеевский, СЯ – Северо-Янский (Полосуный), Т – Теньковский, Тк – Таскыстабытский, Хк – Хаканджинский, Хл – Холдинский, ЦЯ – Центрально-Янский, ШС – Шамано-Столбовской, Э – Эвенский, ЭА – Эльги-Адычанский, ЮВ – Южно-Верхоянский (Аллах-Юньский), ЮЯ – Южно-Янский

Fig. 2. Distributions of the density contrast into the crust of Verkhoyano-Kolymsky region at depths of 10 (a), 20 (б) and 70 (в) km with sections of $\mu_z(x, y, Hc)$ - model

1 – isolines of density contrast (1 unit = $10^{-2} \text{kg/m}^2/\text{km}$); 2 – axes of the stretch zones; 3, 4 – contours internal (3) and external (4) zones of Indigiro-Kolymsky SCT; 5 – rigid (high viscosity) layers; 6 – asthenosphere. Designations of structures over ections: САК – North Asian craton, ВКС – Verkhoyano-Kolymsky thrust-folded system, КОТ – Kolymo-Omolnsky super-terrine, ОП – Sea of Okhotsk plate. Ох – Okhotsk massif. Designations of ore knots and areas: Бе – Berelyakhsky, ВГ – Verkhneortukansko-Gerbensky, В – Upper-Indigirsky, ВВ – East Verkhoyansk, Д – Deputy, Дж – Dzhuptangansky, Ды – Dybinsky, ДО – Dyandi-Olonoytsky, ЗВ – West Verkhoyansk, Ка – Karamkensky, Ку – Kularsky, Ом – Omchaksky, Ос – Omsukchansky, С – Sergeevskiy, ЦЯ – Central Yansky, ШС – Shamano-Stolbovskey, Е – Evenskiy, ЭА – Elgi-Adychansky, ЮВ – Southern Verkhoyansk (Allah-Yunsky), ЮЯ – Southern Yansky

ными месторождениями дискретны. Наилучшая корреляция рудных узлов и районов с линейными зонами растяжения наблюдается на трех глубинных уровнях: 10–20, 40–50 и 70–80 км. В линейных зонах растяжения большинство (21) рудных районов характеризуется связью рудной минерализации с подкоровым вязким слоем. Второй уровень реологических разуплотнений на глубине 70–80 км имеет меньшее отношение к размещению рудных районов, однако с ним тоже связаны 17 рудных районов.

Теснота связи рудных узлов и районов со структурами центрального типа (СЦТ) увеличена на трех глубинных уровнях: 40–50, 70–80 и 100–150 км. Первый соответствует подкоровому вязкому слою, второй – кровле астеносферы в головах плюма, а третий – утолщениям астеносферы в его центральной (стволовой) зоне. С первым уровнем связаны 9, со вторым – 11, а с третьим – 13 рудных районов. Увеличение количества рудных районов, коррелируемых с астеносферой, обусловлено растеканием астеносферы под подошвой литосферы в голове плюма. По полученным данным, различаются рудные районы с преимущественно коровым вертикальным диапазоном РМС (10–40 км), подкоровым (40–50 км) и астеносферным (70–80 км). К первым относятся ЦЯ, Ом, Дя, До районы, ко вторым – ЯА, ВВ, Ды, Хл, Хк, ЗВ, а к третьим – ВИ, ТК, СЯ, Т (см. обозначения в подписи к рис. 2). Для некоторых районов (Дж, Хл, Ку, ЭХ, ЭА, ЮВ) характерны сквозные связи приповерхностной рудной минерализации с плотностными неоднородностями земной коры и верхней мантии. Наибольшую вертикальную протяженность рудно-магматических систем (РМС) можно предполагать для Дж, ВВ, ЗВ, ЭА, Хк, ЦЯ и ЮЯ рудных районов.

В центральной (стволовой) зоне Индигиро-Колымской СЦТ располагаются районы с преимущественно высокотемпературным золотоквар-

цевым типом минерализации, а на периферии, кроме золоторудных, – олово-вольфрамовые (Дж), оловянные (ЮЯ) и районы с комплексной рудной минерализацией (Ом, СЯ). Большинство золоторудных месторождений с низкотемпературной золотосульфидной минерализацией (Т), примесью олова (ЮЯ, Дж, Т) и полиметаллов (Ом, Тк) тяготеют к флангам Индигиро-Колымской СЦТ.

Южно-Сихотэ-Алинская структура центрального типа

Южно-Сихотэ-Алинская СЦТ представляет собой структуру второго иерархического уровня, но так же, как в головах плюмов, распределения плотностной контрастности в зоне ее влияния характеризуются концентрической зональностью (рис. 3). В верхнекоровом срезе (рис. 3а) на флангах структуры по круговому контуру расположены локальные максимумы μ_z -параметра, а в центре – широкий минимум. В нижнекоровом срезе центр структуры выражен интенсивным максимумом, который может быть обусловлен магматическим диапиром с андезит-базитовым составом магм. С локальными верхнекоровыми максимумами μ_z -параметра совмещаются 7 рудных районов (рис. 3а), а с нижнекоровым – 6 районов (рис. 3б).

Сопоставление глубинных аномалий μ_z -параметра с ареалами приповерхностной рудной минерализации открывает возможность оценки вероятной вертикальной протяженности рудно-магматических колонн. Опыт таких корреляций [4, 7–10] показывает, что вертикальный диапазон рудно-магматических систем (РМС) различается в зависимости от их металлогенической специализации. В районах с преимущественно оловорудной специализацией (Кавалеровский, Восточный) вероятные источники минерализации залегают в верхних горизонтах коры на глубине 2–6 км. В районах со смешанной олово-полиметаллической специализацией (Краснореченский, Верхне-Уссурский, Кокшаровский) выявлены не-

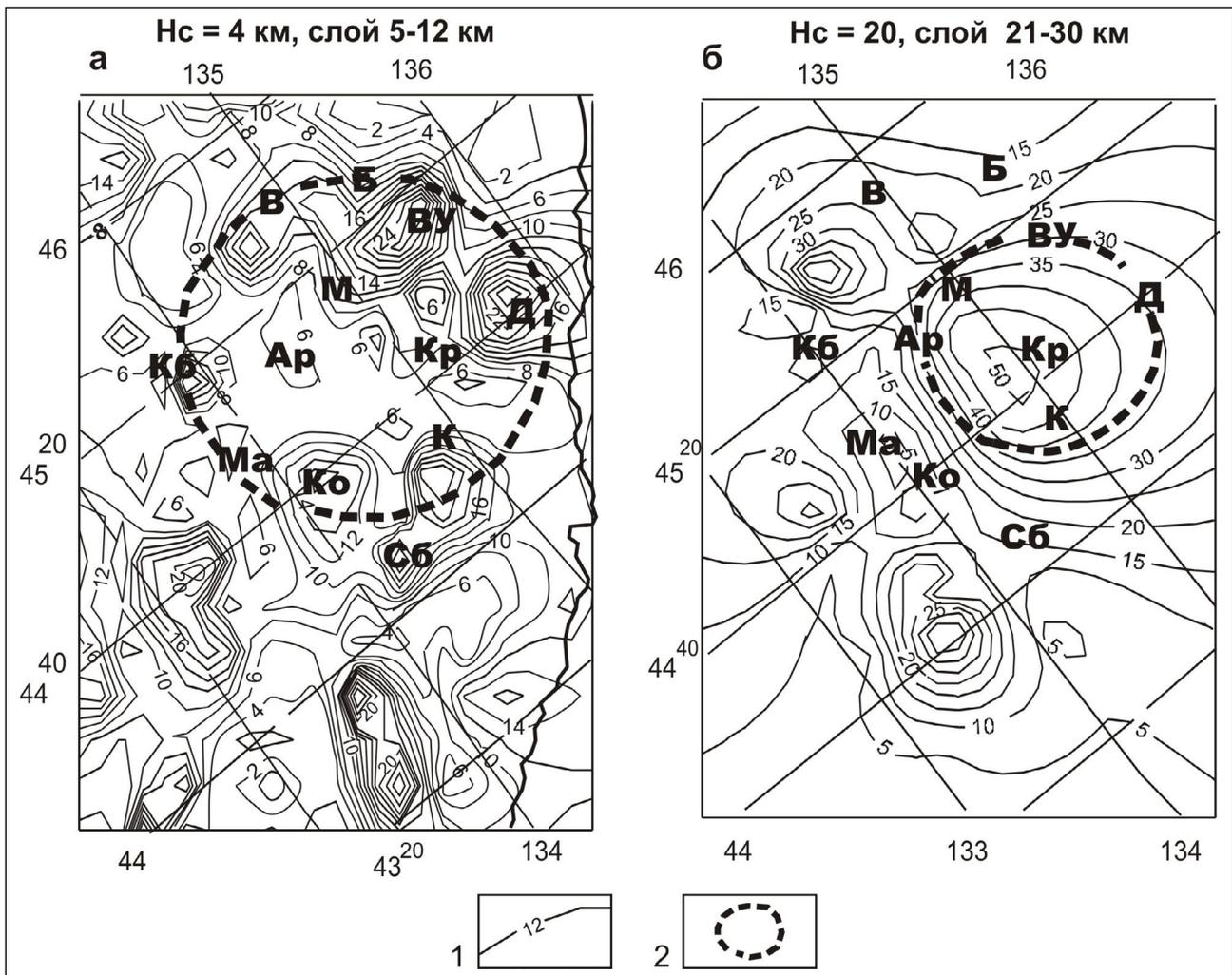


Рис. 3. Плотностная контрастность земной коры Южного Сихотэ-Алиня

1 – изолинии плотностной контрастности (1 ед. = 10^{-2} кг / м² / км); 2 – контур Южно-Сихотэ-Алинской структуры центрального типа. Обозначения рудных узлов и районов: Вэ – Вознесенский олово-полиметалл-флюоритовый; Ма – Марьяновский олово-золоторудный, Ко – Кокшаровский олово-медно-свинцоворудный, Кб – Кабаргинский свинец-оловорудный, Ар – Ариадненский золото-медно-вольфрамовый, М – Малиновский золото-вольфрамовый, В – Восточный вольфрам-оловорудный, Б – Благодатный золото-олово-вольфрамовый, ВУ – Верхне-Уссурский олово-полиметаллический, Д – Дальнегорский полиметаллический, Кр – Краснореченский олово-полиметаллический, К – Кавалеровский оловорудный, Сб – Соболиный полиметалл-медно-золоторудный

Fig. 3. The crust density contrast in the South Sikhote-Alin

1 – isolines of density contrast (1 unit = 10^{-2} kg/m²/km); 2 – contour of the South-Sikhote-Alin structure of central type. Designations of ore knots and areas: Вэ – Voznesensky tin-zinc-fluorite; Ма – Maryanovsky tin-gold, Ко – Koksharovsky tin-copper-lead, Кб – Kabarginsky lead-tin, Ар – Ariadnensky gold-copper-tungsten, М - Malinovsky gold-tungsten, В – tungsten-tin, Б – Blagodatniy gold-tin-tungsten, ВУ – Upper-Ussursky tin-lead-zinc, Д – Dalnegorsk lead-zinc, Кр – Krasnorechensky tin-lead-zinc, Кв – Kavalеровsky tin, Сб – Soaboliniy lead-zinc-copper and gold

сколько слоев с повышенными значениями плотностной контрастности. В Краснореченском эти слои залегают на глубинах 2–3, 10–12 и 20–22 км. В Верхне-Уссурском на глубинах 3–5 и 14–18 км, а Кокшаровском – на глубинах 4–6 и 14–18 км (табл.). Предполагается, что верхние слои ответственны за образование оловорудных месторождений, а средне-коровые – полиметаллических. В районах с золото-вольфрамовой минерализацией, тяготеющих к центру СЦТ, плотностные неоднородности – вероятные источники РМС – залегают преимущественно в интервале глубин 12–24 км.

Строение, реология и металлогеническая зональность локальных рудно-магматических систем

Дальнегорская интрузивно-купольная структура (рис. 4) является примером строения и металлогении СЦТ третьего иерархического уровня. Район характеризуется сложной соподчинен-

ностью вулcano-тектонических структур разного ранга и существованием двух полярных по составу магматических комплексов: ольгинского сенонского липаритового и дальнегорского датского андезитового. Выходы довулканического фундамента среди обширного поля вулканитов предполагают существование интрузивно-купольной структуры в основании Дальнегорской СЦТ (рис. 4а), которая в срезе на глубине 6 км выражена максимумом плотностной контрастности (рис. 4б).

Дальнегорская СЦТ характеризуется металлогенической зональностью: в ее центре располагаются преимущественно полиметаллические месторождения, а на флангах – золоторудные проявления [13, 15] (рис. 4а). Скарновые (высокотемпературные) полиметаллические месторождения располагаются в центральной части СЦТ, а жильные (низкотемпературные) с серебром и золотом – на ее периферии [12, 13].

Связь рудной минерализации с плотностными неоднородностями в земной коре
Table
The relationship of ore mineralization with density inhomogeneities in the Earth's crust

Таблица

Table

Рудные узлы и районы														
районы	оловорудные		олово-полиметаллические			полиметаллические		золото-вольфрамовые			широкая специализация			
Нс, км	К	В	Кр	ВУ	Ко	Д	Ол	М	Аз	Б	Сб	Ф	Кб	Ма
2	+		+											
3		+	+	+				+		+				
4				+	+	+					+	+	+	
5		+		+	+								+	
6		+			+	+					+			
8							+	+				+		+
10			+				+	+						
12			+			+				+			+	
14				+	+				+		+			
16							+	+	+	+		+		
18				+	+	+								
20	+		+			+		+						
22	+		+					+	+					
24		+						+	+	+	+		+	
26														+

Примечание: обозначения рудных узлов и районов в соответствии с рис. 7

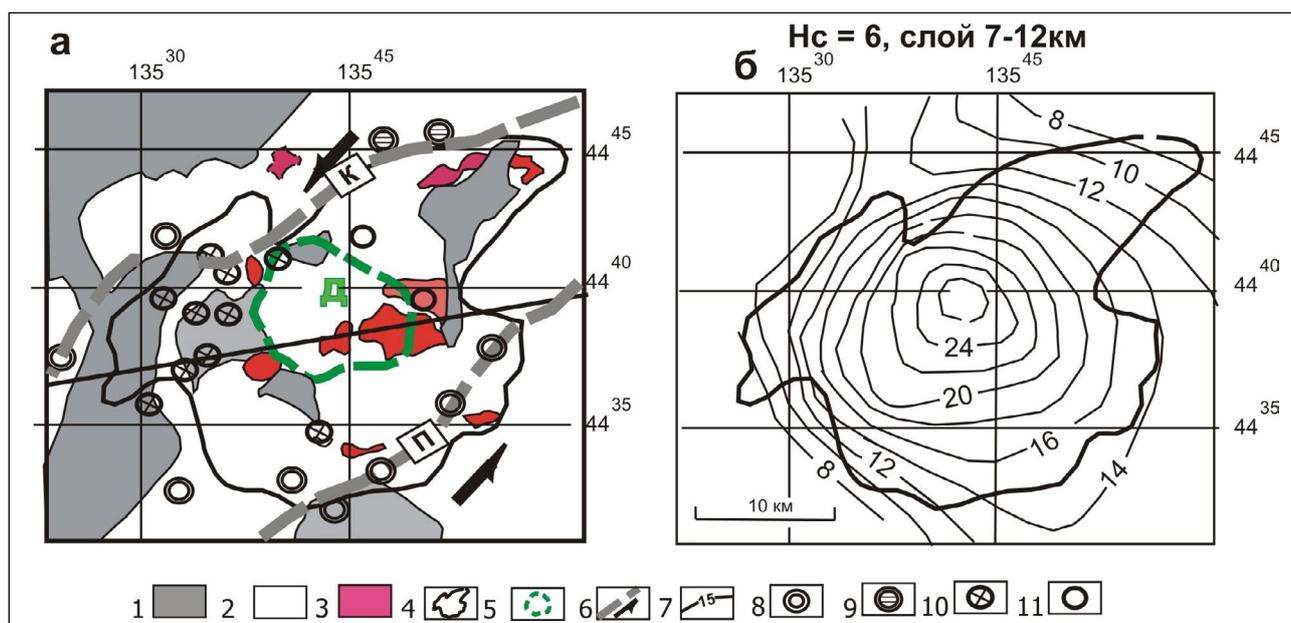


Рис. 4. Тектоническая схема Дальнегорской интрузивно-купольной структуры (а) [15] и плотностная контрастность земной коры на глубине 6 км (б)

1 – довулканический фундамент; 2 – вулканический покров; 3 – синвулканические гранитоиды; 4 – контур Дальнегорской интрузивно-купольной структуры; 5 – контур Дальнегорской вулканотектонической депрессии; 6 – сдвиги: П – Прибрежный, К – Колумбинский; 7 – изолинии плотностной контрастности на схеме «б»; 8–11 – месторождения и рудопроявления: золота (8), золото-серебряные (9), полиметаллические (10), олова (11)

Fig. 4. The tectonic scheme of Dalnegorsk intrusive-dome structure (a) [15] and density contrast of the crust at a depth of 6 km

1 – pre-volcanic basement; 2 – volcanic cover; 3 – sinvolcanic granitoids; 4 – contour of Dalnegorsk intrusive-dome structure; 5 – contour of the Dalnegorsk volcano-tectonic depression; 6 – shifts: П – Coastal, К – Kolumbinsky; 7 – isolines of density contrast on the scheme “б”; 8–11 – fields and rudoprovyavleniye: gold (8), gold-silver (9), polymetallic (10), tin (11)

Белогорская интрузивно-купольная структура в Нижнем Приамурье (рис. 5) занимает промежуточное положение между СЦТ второго и третьего иерархических уровней. Она хорошо выражена в тектоническом рельефе земной поверхности и на геологических картах, а также в объемных распределениях формализованных параметров Z_0 и μ_z , составленных по результатам обработки мелкомасштабной (рис. 5а) и среднемасштабной гравиметрических карт (рис. 5б).

Первая модель обнаружила в Нижнем Приамурье обширное поднятие подкорового вязкого слоя, диагностируемого максимумом плотностной контрастности (рис. 6а), к флангам которого приурочена большая часть проявлений и месторождений золота, вольфрама и молибдена. В верхнекоревом срезе (рис. 5б) и разрезах (рис. 5в) Бело-

горская ИКС четко выражена поднятием в центре и окаймляющими его локальными прогибами. В своде структуры обнажается блок складчатого фундамента, пронизанный субвулканическими интрузивами, а в окружающих его вулканических комплексах просматривается зональность вещественного состава: позднепалеогеновые кислые вулканы (дациты и липариты) в центре обрамляются на периферии структуры неогеновыми базальтоидами.

Подавляющая часть проявлений и все крупные месторождения золота в северной части Нижне-Амурского рудного района располагаются в зонах локальных прогибов складчатого фундамента, отображаемых распределением центров плотностных неоднородностей в интервале глубин 5–10 км (рис. 5б). Такое размещение месторожде-

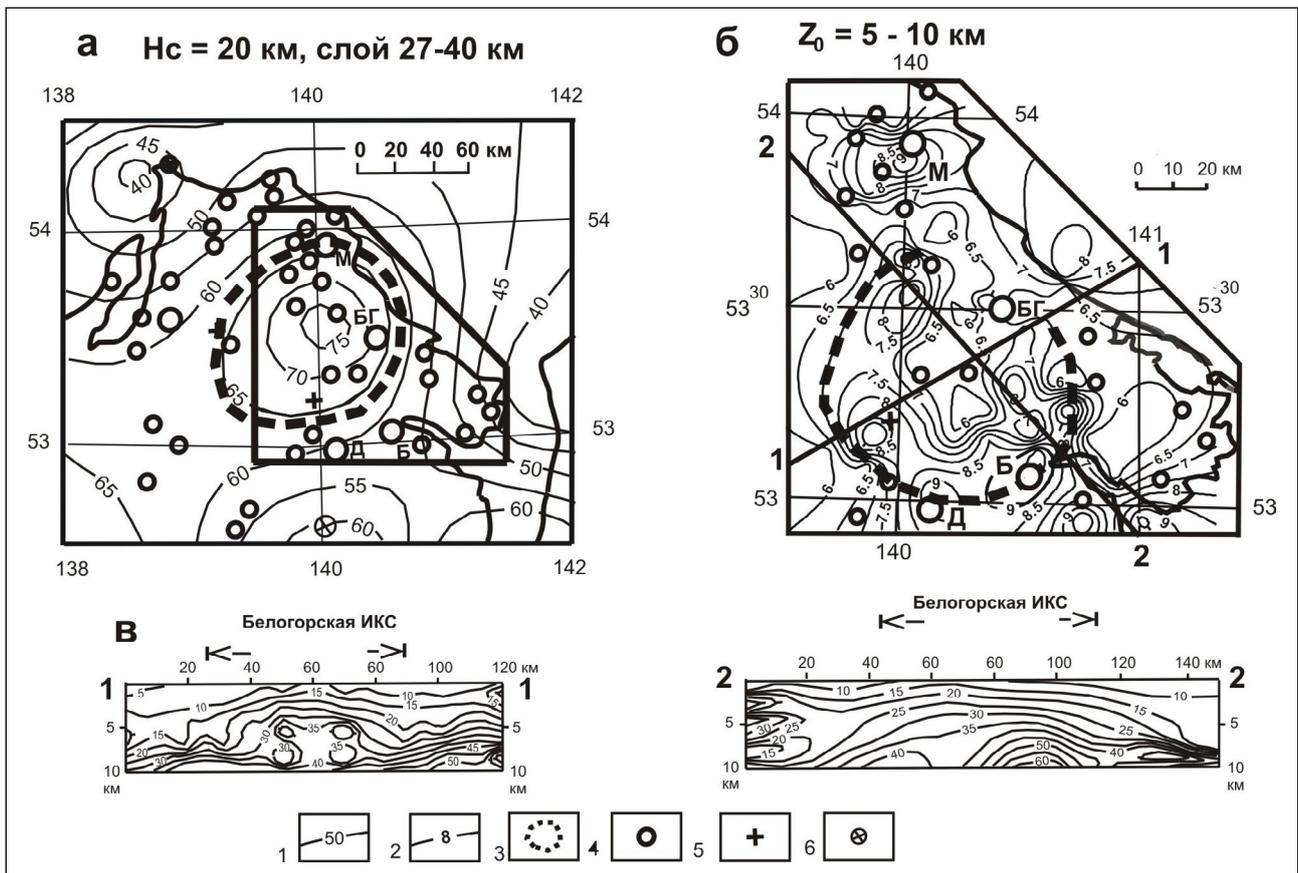


Рис. 5. Плотностная контрастность (а), распределения центров плотностных неоднородностей (б) и разрезы $\mu_z(x, y, H_c)$ -модели в Нижнем Приамурье (в)

1 – изолинии μ_z -параметра; 2 – глубина залегания центров аномальных масс; 3 – контур Белогорской ИКС; 4–6 – месторождения и рудопроявления золота (4), молибдена и вольфрама (5), полиметаллов (6). Месторождения: БГ – Белая Гора, М – Многовершинное, Б – Бухтыанское, Д – Дыльменское

Fig. 5. Density contrast (a), distributions of the density inhomogeneity centers (b) and sections of $\mu_z(x, y, H_c)$ – model in the lower Amur Area (v)

1 – μ_z -parameter isolines; 2 – depth of centers of abnormal masses; 3 – contour of the Belogorskay SCT; 4–6 – ore fields of gold (4), molybdenum and tungsten (5), lead-zinc (6). Deposits: БГ – Belogorskoye, М – Mnogovehshinnoye, Б – Bukhtyanskoeye, Д – Dylmenskoeye

ний может быть обусловлено большим вертикальным диапазоном рудогенных флюидов, несущих золоторудную минерализацию, и соответствующим увеличенным диапазоном связи рудных месторождений с плотностными неоднородностями земной коры. Из приводимых данных следует, что в результате синрудных или пострудных вертикальных подвижек золоторудная минерализация Нижне-Амурского района сохранилась в опущенных блоках. Верхнекоровый контур Белгорской СЦТ (рис. 5а) смещен относительно нижнекорового (рис. 5б), что объясняется вязким сдвигом по Центральному Сихотэ-Алинскому разлому [9].

Вознесенская интрузивно-купольная структура в Юго-Западном Приморье является примером проявления СЦТ в приповерхностном слое земной коры (интервал глубин 0–2 км). $\mu_z(x, y, H_c)$ -модель в этом районе получена в результате обработки гравиметрической карты М 1:25 000 (сеть наблюдений 25×100 м). Как и во всех структурах этого типа, Вознесенская СЦТ характеризуется концентрической зональностью аномалий плотностной контрастности: максимумы на флангах и минимум – в промежуточной зоне (рис. 6). В центре структуры наблюдается локальный максимум, в восточной части которого концентрируется

рудная минерализация. На флангах Вознесенской СЦТ большая часть оловорудных проявлений тоже приурочена к локальным максимумам плотностной контрастности. Металлогеническая зональность этой структуры выражена периферическим размещением оловорудных проявлений относительно высокотемпературных флюоритовых месторождений в центре.

Возраст Вознесенской СЦТ является средне-позднепалеозойским. Ближе к центру структуры располагаются интрузивы габбро-монцо-

нит-диоритов, прорывающие раннепалеозойские вознесенские граниты (рис. 6) на флангах этой структуры. Купольная форма Вознесенской СЦТ хорошо проявлена в разрезе μ_z (x, y, Hc)-модели (рис. 6), в котором свод структуры опущен (сброшен) на 1200 м, благодаря чему флюоритовая минерализация сохранилась вблизи земной поверхности. В советское время месторождения Вознесенского рудного района содержали 90% запасов флюорита в СССР.

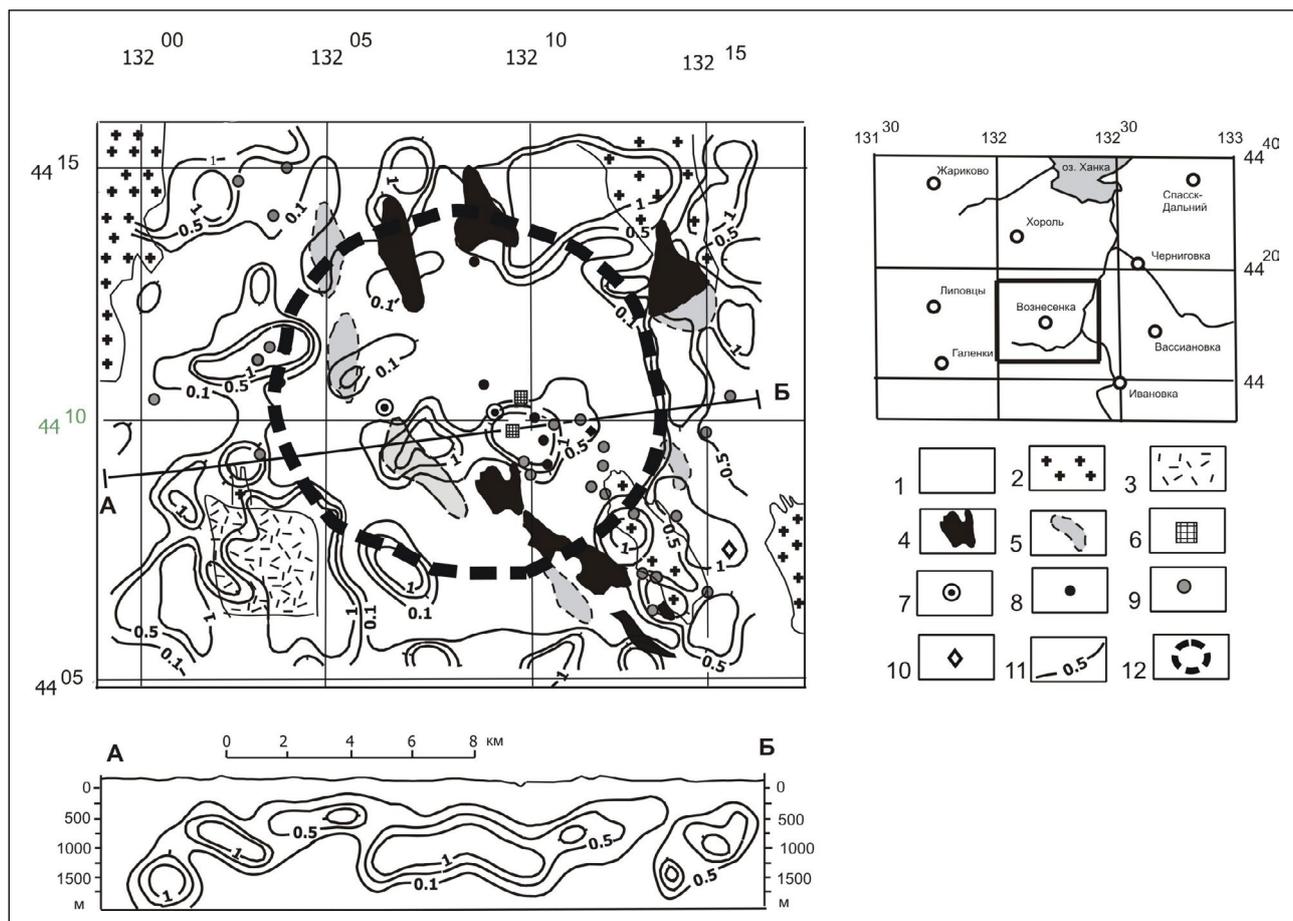


Рис. 6. Плотностная контрастность приповерхностного слоя земной коры ($H_c = 1.25$ км) в Вознесенском рудном районе

1 – палеозойский чехол Ханкайского массива; 2 – палеозойские граниты; 3 – палеозойские вулканиты; 4–5 – средне-позднепалеозойские габбро-монцонит-диориты на поверхности (4) и на глубине (5); 6–7 – месторождения флюорита (6) и полиметаллов (7); 8–10 – рудопроявления: флюорита (8), олова (9) и вольфрама (10); 11 – изолинии μ_z -параметра; 12 – контур центральной зоны интрузивно-купольной структуры

Fig. 6. Density contrast of the upper crust layer ($H_c = 1.25$ km) in the Voznesenky ore region

1 – PZ cover of the Khanka massif; 2 – PZ granites; 3 – PZ volcanic; 4–5 – Mid-Later-Paleozoic gabbro-monzodiorites in a surface (4) and deeper (5); 6–7 – deposits: fluorite (6) and polimenals (7); 8–10 – ore bearings: fluorite (8), tin (9), tangsten (10); 11 – μ_z -parameter isolines; 12 – counter of central zone of the intrusion-dome structure

Месторождение Лазурное в Соболином рудном узле является примером связи рудных тел с СЦТ четвертого порядка и зональности медно-золото-полиметаллической минерализации (рис. 7). Здесь в провесе кровли субвулканического интрузива локализованы штокверки с золото-медно-молибденовой минерализацией, а на флангах месторождения золото ассоциирует с серебром и полиметаллами. Соболиный рудный узел характеризуется широким диапазоном связи рудной минерализации с глубинными аномалиями плотностной контрастности (табл.), что характерно для проявлений меди, золота и молибдена [8].

Фрактальность (самоподобие) структур центрального типа

На востоке Азии структуры центрального типа разного ранга характеризуются иерархической соподчиненностью и самоподобием. К структурами первого порядка относятся плюмы, характеризующиеся концентрически зональным размещением плотностных неоднородностей и соответствующих им рудных узлов и районов в диаметре 700–1000 км (рис. 1–2). СЦТ второго таксономического уровня диаметром 150–160 км представляют собой астеносферные ответвления плюмов или горячие точки, примером которых служит Южно-Сихотэ-Алинская СЦТ (рис. 3). Последняя может быть сателлитом Япономорского плюма, в голове которого установлено северо-западное ответвление астеносферы в интервале глубин 60–80 км под Южный Сихотэ-Алинь [11]. СЦТ третьего ранга представляют собой интрузивно-купольные структуры и вулканотектонические депрессии, определяющие размещение рудных полей внутри районов. Поперечные размеры таких структур составляют 15–25 км. Примерами СЦТ третьего уровня являются Дальнегорская и Вознесенская интрузивно-купольные структуры (рис. 4, 6). Структуры четвертого таксономического уровня сложены гранитоидными интрузивами и экстррузивами с размерами 2–8 км, контролирующими локализацию рудных тел (рис. 7). Несмотря на различие структурных обстановок в районах проявления СЦТ, возраста и пространственных размеров структур, все они имеют общие морфологические черты и обладают подобной внутренней организацией.

Надпорядковые СЦТ представлены суперплюмами: Африканским и Тихоокеанским [3, 16], которые выражены полями горячей мантии с горизонтальными размерами в несколько тысяч километров на глубинах более 3000 км.

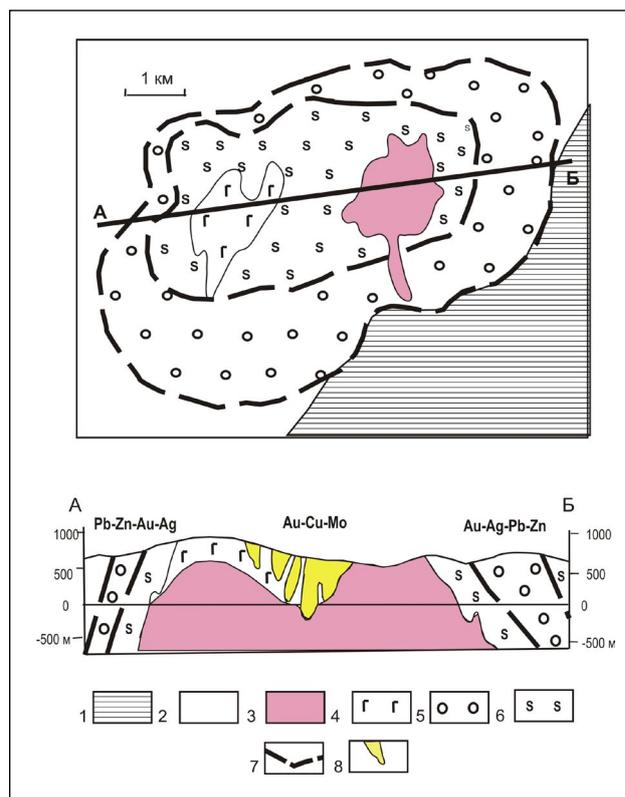


Рис. 7. Метаморфическая и металлогеническая зональность Лазурного месторождения в Соболином рудном узле [14]

1–2 – нижнемеловые терригенные породы: дивнинской и светловодненской свит (1), каталевской свиты (2); 3 – гранодиориты; 4 – габбродиориты; 5 – кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты; 6 – биотитизация и пиритизация; 7 – границы метасоматических зон; 8 – золоторудные штокверки

Fig. 7. Metamorphic and metallogenetic zonation of the Lazurnoye deposit in the Soboliny ore knot [14]

1–2 – Low Cretaceous terrigenous rocks: by divninsky and svetlovodnensky strata (1), katelevsky strata (2); 3 – granit-diorites; 4 – gabbro-diorites; 5 – quartz-sericite-chlorite metasomatites; 6 – biotitization and piritization; 7 – borders of metasomatic zones; 8 – gold rods

Заключение

В результате тектонического и металлогенического анализа 3D реологических гравитационных моделей в структурах центрального типа различного ранга в трех регионах и четырех рудных

районах дальневосточных окраин России установлены:

– общая морфология (самоподобие) концентрических пространственных распределений плотностной контрастности;

– общие черты металлогенической зональности СЦТ.

Это свидетельствует об универсальности тектонических обстановок, способствующих проникновению мантийных струй в верхние тектонические оболочки Земли и формировании вулкано-тектонических и интрузивно-купольных структур второго и третьего порядка в земной коре.

Имея одинаковое происхождение, структуры центрального типа различаются строением их верхних горизонтов. Интрузивно-купольные СЦТ, включая плюмы, характеризуются антиклинальной формой согласных глубинных границ (Инди-гиро-Колымская СЦТ), а вулкано-тектонические депрессионные – инверсией (обрушением) кровли магматических очагов над выступами астеносферы (Алдано-Зейский плюм) и подкоровыми магматическими диапирами (Южно-Сихотэ-Алинская и Вознесенская СЦТ).

Совпадение ареалов рудной минерализации с проекциями глубинных плотностных неоднородностей является индикатором глубины залегания вероятных флюидно-магматических источников рудогенеза и, соответственно, вертикальной протяженности рудно-магматических систем.

Металлогеническая зональность СЦТ первого ранга (плюмы) характеризуется четырьмя уровнями связи ареалов рудной минерализации с аномалиями плотностной контрастности. Наиболее глубокий уровень флюидо- и магомгенерации располагается в астеносфере на глубинах ниже 70 км. Он является источником преимущественно золото-молибденовой и медной минерализации. Второй уровень на глубинах 40–50 км соответствует вязкому подкоровому слою верхней мантии. Он является местом аккумуляции и перераспределения рудных концентраций Au, Mo, Cu, Pb и Zn. Третий уровень в интервале глубин 10–20 км представляет собой зону повышенной концентрации коровых магматических очагов – источников гранитоидных магм, несущих наиболее широкий спектр рудной минерализации (Au-Mo, Au-Ag, Cu-Mo-Au, Au-Pb-Zn, Au-W, W, W-Sn, Sn, Au-Sb, Sb). Четвертый уровень на глубинах 5–10 км является источником эпitherмальной золото-серебряной, оловянной и золото-полиметаллической минерализации, связанной с вулканогенными и

вулкано-плутоногенными магматическими формациями в самых верхних срезах СЦТ.

В Южно-Сихотэ-Алинской СЦТ второго таксономического уровня по глубине залегания рудогенных плотностных аномалий различаются оловорудные (интервал глубин 2–6 км), олово-полиметаллические (4–12 км), полиметаллические (6–20 км) и золото-вольфрамовые (14–24 км) рудно-магматические системы, что повторяет закономерность, установленную в головах плюмов.

В СЦТ разного ранга одинаково проявлена метаморфическая зональность в распределении рудной минерализации. В центрах структур преобладает высокотемпературный тип рудогенеза (полиметаллические скарны и золото-кварцевая минерализация), а на флангах – низкотемпературная жильная оловянная и золото-сульфидная минерализация.

Структуры центрального типа разного ранга вносят определяющий вклад в пространственное размещение рудных месторождений, а разломы, в том числе сдвиги, играют второстепенную (вспомогательную) роль, облегчая продвижение к поверхности магматических масс и глубинных рудогенных флюидов, генерируемых структурами центрального типа.

Работа выполнена в соответствии с темой научных исследований, утвержденной государственным заданием Министерства науки и высшего образования: «Дальний Восток России как часть Восточной Азии: закономерности и региональные особенности геологического строения и динамики геосистем» № FWUG-2024-0004 / 1021062311240-7-1.5.6;1.5.5.1.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Балк П.И., Долгаль А.С., Мичурин А.В. Смешанный вероятностно-детерминистский подход к интерпретации данных гравиразведки, иагниторазведки и электроразведки // Доклады Академии наук. 2011. Т. 438, № 4. С. 532–537.
2. Блох Ю.И., Каплун Д.В., Коняев О.Н. Возможности интерпретации потенциальных полей методами особых точек в интегрированной системе «СИНГУЛЯР» // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1993. № 6. С. 123–127.
3. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Богатиков О.А. Закономерности пространственного распределения «горячих точек» в мантии современной Земли // Доклады Академии наук. 2009. Т. 427, № 5. С. 654–658.

4. Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии (в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Восточной Азии). М.: Наука, 2013. 192 с.
5. Петрищевский А.М. Одно практическое следствие теорем единственности и эквивалентности обратных задач гравитационного потенциала // Геофизика. 2020. № 4. С. 98–111.
6. Петрищевский А.М. Геологические задачи, решаемые при вероятностно-детерминированном подходе к интерпретации гравитационных аномалий // Геофизика. 2021. № 2. С. 87–97.
7. Петрищевский А.М., Юшманов Ю.П. Реология и металлогения Мая-Селемджинского плюма // Доклады Академии наук. 2011. Т. 440, № 2. С. 207–212.
8. Петрищевский А.М., Юшманов Ю.П. Геофизические, магматические и металлогенические признаки мантийного плюма в верховьях рек Алдан и Амур // Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 4. С. 568–593.
9. Петрищевский А.М., Юшманов Ю.П. Связь рудных месторождений Нижнего Приамурья с глубинными структурами земной коры // Доклады Академии наук. 2014. Т. 457, № 5. С. 597–602.
10. Петрищевский А.М., Юшманов Ю.П. Плотностная контрастность, глубинное строение, реология и металлогения земной коры и верхней мантии Верхояно-Колымского региона // Литосфера. 2021. Т. 21, № 4. С. 491–516.
11. Петрищевский А.М., Емельянова Т.А., Изосов Л.А. Возрастные взаимоотношения рифтогенеза, субдукции и плюмовых процессов на восточной окраине Азии // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. 2021. № 4 (52). С. 22–45.
12. Раткин В.В., Симаненко Л.Ф., Елисеева О.А. Микрофации и минеральные ассоциации серебро-полиметаллических руд Майминовского жильного месторождения (Сихотэ-Алинь, Дальнегорский рудный район) // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37, № 6. С. 76–94.
13. Юшманов Ю.П. Структурные особенности локализации золотосеребряного оруденения Дальнегорского рудного узла (Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс) // Тихоокеанская геология. 1997. № 2. С. 32–37.
14. Юшманов Ю.П. Структура и зональность Au-Cu оруденения месторождения Лазурное в Центральном Сихотэ-Алине // Тихоокеанская геология. 2002. Т. 21, № 2. С. 85–90.
15. Юшманов Ю.П. Тектоника, глубинное строение и металлогения Прибрежной зоны Южного Сихотэ-Алиня / Ю.П. Юшманов, А.М. Петрищевский. Владивосток: Дальнаука, 2004. 111 с.
16. Courtillot V., Davaille A., Besse J., Stock J. Three distinct types of hotspots in the Earth's mantle // Earth and Planetary Science Letters. 2003. Vol. 205. P. 295–308.

REFERENCES:

1. Balk P.I., Dolgal A.S., Michurin A.V. A Mixed Probabilistic-Deterministic Approach to Interpretation of Gravity, Magnetic, and Electric Prospecting Data. *Doklady Akademii Nauk*, 2011, vol. 438, no. 4, pp. 532–537. (In Russ.).
2. Blokh Yu.I., Kaplun D.V., Konyaev O.N. The interpretation of potential fields by methods of singular points in the SINGULAR integrated system. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka*, 1993, no. 6, pp. 123–127. (In Russ.).
3. Kovalenko V.I., Yarmolyuk V.V., Bogatkov O.A. Regularities of Spatial Distribution of Mantle Hot Spots of the Modern Earth. *Doklady Akademii Nauk*, 2009. Т. 427, № 5. С. 654–658. (In Russ.).
4. Petrishchevsky A.M. *Gravitatsionnyi metod otsenki reologicheskikh svoystv zemnoi kory i verkhnei mantii (v konvergentnykh i plyumovykh strukturakh Severo-Vostochnoi Azii)* (Gravity method for evaluation of rheological properties of the crust and uppermost mantle (in the convergent and plume structures of the North-East Asia)). Moscow: Nauka Publ., 2013. 192 p. (In Russ.).
5. Petrishchevsky A.M. One Practical Consequence from Theorems of Uniqueness and Equivalence of Inverse Gravity Problem. *Geofizika*, 2020, no. 4, pp. 98–111. (In Russ.).
6. Petrishchevsky A.M. Geological Problems Deciding at the Probabilistic-Deterministic Approach to Interpreting of Gravity Anomalies. *Geofizika*, 2021, no. 2, pp. 87–97. (In Russ.).
7. Petrishchevsky A.M., Yushmanov Y.P. Rheology and Metallogeny of the Maya-Selemdzha Plume. *Doklady Akademii Nauk*, 2011, vol. 440, no. 2, pp. 207–212. (In Russ.).
8. Petrishchevsky A.M., Yushmanov Y.P. Geophysical, Magmatic, and Metallogenic Manifestations of a Mantle Plume in the Upper Reaches of the Aldan and Amur Rivers. *Geologiya i Geofizika*, 2014, vol. 55, no. 4, pp. 568–593. (In Russ.).
9. Petrishchevsky A.M., Yushmanov Y.P. Correlation Between ore Deposits of The Lower Amur River Region with the Deep Structures of the Earth's

- Crust. *Doklady Akademii Nauk*, 2014, vol. 457, no. 5, pp. 597–602. (In Russ.).
10. Petrishchevsky A.M., Yushmanov Yu.P. Density Contrast, Deep Structure, Rheology and Metallogeny of the Crust and Upper Mantle of the Verkhoyno-Kolymsky Region. *Litosfera*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 491–516. (In Russ.).
 11. Petrishchevsky A.M., Emelyanova T.A., Izosov L.A. Age Relationships Of Rifting, Subduction and Plume Processes on the Eastern Margin of Asia. *Vestnik KRAUNTs. Nauki o zemle*, 2021, no. 4 (52), pp. 22–45. (In Russ.).
 12. Ratkin V.V., Simanenkov L.F., Eliseeva O.A. Microfacies and Mineral Assemblages of Silver–Base-Metal Ores of the Maiminovskoe Vein Deposit (Sikhote-Alin, Dal'negorsky Ore District). *Tikhookeanskaya Geologiya*, 2018, vol. 37, no. 6, pp. 76–94. (In Russ.).
 13. Yushmanov Yu.P. On the Specific Localization Features of Gold-Silver Mineralization in the Dal'negorsk ore Field (Eastern Sikhote-Alin Volcanic Belt). *Tikhookeanskaya Geologiya*, 1997, no. 2, pp. 32–37. (In Russ.).
 14. Yushmanov Yu.P. Structure and Zonality of Au-Cu Mineralization, the Lazurny Deposit, Central Sikhote-Alin. *Tikhookeanskaya Geologiya*, 2002, vol. 21, no. 2, pp. 85–90. (In Russ.).
 15. Yushmanov Yu.P. *Tektonika, glubinnoe stroenie i metallogeniya Pribrezhnoi zony Yuzhnogo Sikhote-Alinya* (Tectonics, deep structure and metallogeny of the Coastal zone of Southern Sikhote-Alin), Yu.P. Yushmanov, A.M. Petrishchevsky. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2004. 111 p. (In Russ.).
 16. Courtillot V., Davaille A., Besse J., Stock J. Three distinct types of hotspots in the Earth's mantle. *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, vol. 205, pp. 295–308.

PROBABILISTIC-DETERMINISTIC GRAVITY MODELS OF THE CENTRAL TYPE STRUCTURES IN THE RUSSIAN FAR EAST

A.M. Petrishchevsky

As a result of the tectonic and metallogenetic analysis of the probabilistic-deterministic gravity models reflecting rheological properties of geological media in the territory of the Far East region of Russia structures of the central type (SCT) of four hierarchical levels: 1) – plumes, 2) – regional South-Sikhote-Alin, 3) – Dalnegorsk, Belogorsky magmatic dome structures, 4) – subvolcanic intrusion in the Sabolin ore area are characterized in 3D space. SCT of different taxonomical levels are characterized by identical concentric zonality of anomalies of density contrast and the areas of an ore mineralization corresponding to them. On the basis of coincidence of ore areas to deep anomalies of density contrast the model of metallogenic zonality of the crust in which probable fluid and magmatic sources of tin fields lie at a depth of 2–6 km, tin-polymetallic in the range of depths of 4–12 km, polymetallic 6–20 km, and gold-tungsten – 14–24 km is developed. In the plume heads of the deepest level of generation of a gold-molybdate and copper mineralization locates in the asthenosphere at depths below 70 km. The second level at depths of 40–50 km corresponds to a viscous subcrustal layer of the upper mantle where there is an accumulation and redistribution of ore concentration of Au, Mo, Cu, Pb and Zn. The third level of fluid-magma-generation in the range of depths of 10–20 km represents a zone of the increased concentration of crustal magmatic centers – sources of the granitoid magmas bearing the widest range of an ore mineralization (Au-Mo, Au-Ag, Cu-Mo-Au, Au-Pb-Zn, Au-W, W, W-Sn, Sn, Au-Sb, Sb).

Keywords: gravity models, rheology, structures of the central type, metallogenetic zonality, Russian Far East region.

Reference: Petrishchevsky A.M. Probabilistic-deterministic gravity models of the central type structures in the Russian Far East. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 16–29. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-16-29.

Поступила в редакцию 12.04.2024

Принята к публикации 17.12.2024

. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 543.38:556.31:550.461(571.6)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

В.А. Потурай

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: poturay85@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3357-1737>

В статье приводится описание процесса твердофазной экстракции как метода пробоподготовки природных, в частности термальных, вод к последующему инструментальному анализу органического вещества средней летучести. Излагаются основные этапы этого процесса, заключающиеся в концентрировании интересующих исследователя целевых компонентов, их очистке от примесей и смене исходной матрицы на более подходящую среду для хроматографического анализа. Отмечаются основные преимущества этого метода пробоподготовки в сравнении с традиционной жидкостно-жидкостной экстракцией, которые сводятся к эффективной адсорбции большого количества органических соединений, способности сохранять их до анализа длительное время без изменения состава и концентрации и возможности использовать при этом малые объемы проб и органических растворителей. Твердофазная экстракция подходит для применения как в лабораторных условиях, так и на месте отбора проб воды, что значительно упрощает полевые исследования труднодоступных горячих источников. Для проведения этого метода пробоподготовки используются лабораторная и полевая установки, а также оборудование для кондиционирования и элюирования сорбентов, описание которых приводится в настоящей работе. Кроме этого, излагаются основные результаты многолетнего исследования органического вещества средней летучести в термальных и холодных водах районов геотермальных месторождений Дальнего Востока, анализ которых проводился методом твердофазной экстракции с использованием картриджей с сорбентом на основе силикагеля (С18) и газовой хроматомасс-спектрометрии. Впервые для этих месторождений были установлены разнообразные органические соединения, среди которых преобладают предельные и ароматические углеводороды, карбоновые кислоты и их эфиры в горячих водах. Происхождение этих компонентов связано с термокаталитическими процессами преобразования органических остатков биогенного происхождения. В холодных водах районов геотермальных месторождений широко распространены биогенные терпены и стероиды.

Ключевые слова: твердофазная экстракция, картридж DSC-18, органическое вещество, гидротермальная система, углеводороды, генезис.

Образец цитирования: Потурай В.А. Применение метода твердофазной экстракции при исследовании органического вещества в гидротермальных системах Дальнего Востока России // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 30–48. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-30-48.

Введение

В последние годы значительно вырос интерес к органической гидрогеохимии гидротермальных систем. Увеличивается число публикаций, касающихся изучения органического вещества (ОВ) в подземных водах, в частности термальных и минеральных водах, как в России, так и за рубежом [1, 2, 6, 8, 9, 13, 16, 18, 21, 24, 27–35, 37, 39–42, и др.]. Такой рост интереса у научного сообщества связан в том числе с резко возросшими способностями аналитической химии. Как правило, в подземных термальных и минеральных водах, если речь не идет о нефте-газо-месторождениях, концентрация растворенного ОВ невелика, а содержание отдельных органических соединений в этих водах еще намного ниже. То есть это микропримеси, которые имеют огромное значение в процессах взаимодействия в системе «вода–порода–газ–органическое вещество». Такие «следовые» количества весьма затрудняют их определение. Концентрация целевых соединений в большинстве образцов обычно находится около предела обнаружения самыми чувствительными инструментальными методами [25]. Наряду с анализом в лаборатории на высокоточном современном оборудовании, как правило, капиллярных газовых (ГХ-МС) и высокоэффективных жид-

костных хроматомасс-спектрометрах (ВЭЖХ), требуются значительные усилия в процессе пробоподготовки. Разработка полного анализа ОВ в природных водах включает в себя ряд этапов, начиная с отбора проб и заканчивая оформлением результатов. Сюда же относятся: хранение проб, их транспортировка до места анализа, пробоподготовка, разделение аналитов и их идентификация и т.д. (рис. 1) [23].

Все вышеперечисленные этапы важны и требуют немалых затрат времени и усилий. Однако пробоподготовка – это наиболее утомительный и трудоемкий процесс, который является источником значительного количества погрешностей и инструментального загрязнения. Процесс пробоподготовки для последующего анализа ОВ сводится к концентрации аналитов и смене исходной матрицы на более подходящую для инструментального анализа (как правило, это соответствующий органический растворитель). При этом очистка, предварительное концентрирование и фракционирование проб – одни из самых трудоемких этапов аналитической процедуры, на которые в среднем приходится около 60% рабочего времени [19]. Для анализа качественного состава углеводородов (УВ) и их производных в природных водах используются различные методы пробоподготовки,

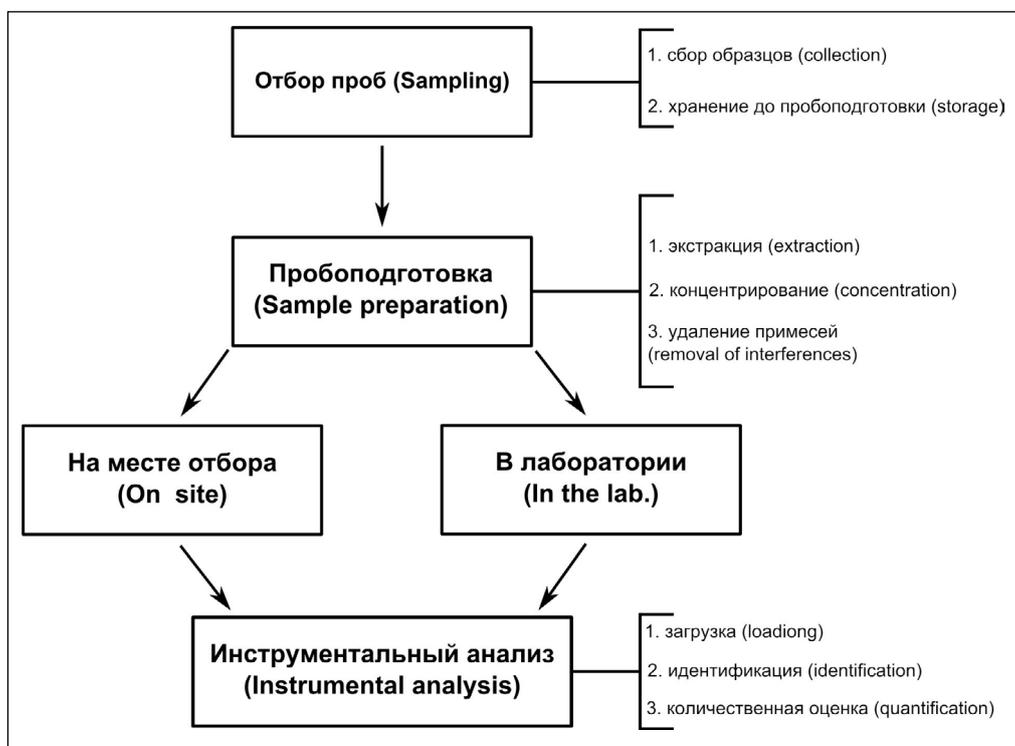


Рис. 1. Этапы анализа состава органического вещества в природных водах

Fig. 1. Stages of the organic matter composition analysis in natural waters

среди которых наиболее часто используемые – это жидкостно-жидкостная экстракция (ЖЖЭ) и твердофазная экстракция (ТФЭ). ЖЖЭ – популярный метод пробоподготовки, который сводится к «вытягиванию» аналитов из воды несмешивающимся с ней и нерастворимым в ней органическим растворителем (например, хлороформом). Он относительно прост и эффективен, однако обладает рядом недостатков:

1) необходимость отбирать большие объемы проб воды. Для отбора на анализ ОВ используется исключительно стеклянная посуда. Полевые экспедиции, как правило, довольно продолжительны и часто предполагают посещение труднодоступной местности пешим способом, поэтому перенос большого количества хрупкой и тяжелой посуды из стекла становится очень затруднителен;

2) использование токсичных органических растворителей в больших количествах при непосредственном контакте с ними аналитика;

3) необходимость применять сверхчистые «дорогие» реагенты. Так как ГХ-МС или ВЭЖХ – высокочувствительные методы анализа, даже самый небольшой «фон», который может создавать растворитель, приводит к затруднению в расшифровке полученных хроматограмм, не говоря уже о том, что пики, «идущие» из растворителя, затрудняют интеграцию искоемых пиков;

4) образование эмульсий;

5) неэффективность при извлечении полярных соединений.

Твердофазная экстракция позволяет избежать или свести к минимуму вышеперечисленные недостатки ЖЖЭ. Для эффективного извлечения целевых компонентов нужны небольшие объемы образцов (50–250 мл). Для кондиционирования и элюирования картриджами ТФЭ хватает малого количества органических растворителей (2–3 мл). Этот способ пробоподготовки исключает образование эмульсий. Одно из основных преимуществ ТФЭ заключается в том, что удерживаемые сорбентом целевые компоненты не разлагаются и, таким образом, могут храниться в течение длительного периода времени без изменения. Кроме этого, транспортировка картриджами ТФЭ в полевых условиях гораздо удобнее, чем перевозка громоздкой стеклянной посуды. Еще одно важное преимущество ТФЭ перед ЖЖЭ заключается в том, что этот метод позволяет извлекать широкий спектр органических соединений – от неполярных компонентов до полярных веществ [20].

Метод ТФЭ впервые был применен в 1940-х годах, а к 1970-м приобрел популярность [22]. Он

используется, в частности, для анализа ОВ природных вод, в том числе термоминеральных вод, как у нас в России, так и за рубежом [8, 9, 29, 37, 41]. Описанию принципа действия ТФЭ, вариантов его проведения и особенностям, на которые нужно обратить внимание, посвящена настоящая работа. Кроме этого, приводятся результаты многолетнего исследования состава ОВ, полученные благодаря применению твердофазной экстракции с хроматомасс-спектрометрическим окончанием в термальных и холодных водах геотермальных месторождений континентальной части Дальнего Востока (ДВ) России.

Принцип действия ТФЭ

Улавливание микроконцентраций органических компонентов является актуальной, быстро развивающейся областью аналитической химии. Несмотря на высокую эффективность современных физико-химических методов обнаружения, определение ОВ нуждается в специальной подготовке пробы к анализу, так как точная идентификация соединений на следовых уровнях без предварительной обработки является очень сложной, часто невыполнимой задачей [26]. Несмотря на значительный технологический прогресс в аналитической области, приборы не могут напрямую работать с относительно сложными образцами, коими, безусловно, являются природные воды. В ТФЭ целевые компоненты, представляющие интерес для исследователя (органические соединения), разделяются между твердым телом (фазой) и жидкостью (а не между двумя несмешивающимися жидкостями, как в ЖЖЭ) [23, 36]. Происходит это в результате загрузки образца на твердую фазу (обычно картридж с сорбентом). При этом интересующие компоненты должны иметь большее «сродство» к твердой фазе, чем к матрице образца – природной воде (этап адсорбции). Соединения, удерживаемые на твердой фазе, могут быть переведены в органический растворитель, который, в свою очередь, обладает большим «сродством» к аналитам (этап элюирования или десорбции).

Картриджи являются наиболее распространенным одноразовым форматом, который появился более 40 лет назад (первые картриджи датируются 1978 годом) [19]. В современном методе ТФЭ сорбент, способный удерживать аналиты, упакован между двумя пористыми дисками (фриттами) в полипропиленовом или полиэтиленовом тубусе. Количество сорбента варьируется от миллиграмма до нескольких граммов в зависимости от применяемого объема образца. Жидкая

фаза (вода) проходит через картридж либо за счет положительного давления (например, давление газа), либо за счет отрицательного давления (разрежение, создаваемое вакуумным насосом). ТФЭ может удерживать приблизительно 5% от массы сорбента без значительного прорыва. Таким образом, наиболее популярными конфигурациями являются картриджи ТФЭ массой 500 мг, упакованные в тубусы объемом 3 и 5 мл, которые необходимы для очистки большого объема проб окружающей среды (ожидается, что в них сохранится ~ 25 мг аналитов). Однако картриджи меньшей массы (50 и 100 мг сорбента в тубусе объемом 1 мл) необходимы для более быстрого проведения пробоподготовки, повышения чувствительности анализа за счет уменьшения объема элюирования и уменьшения объемов пробы воды, необходимой для анализа [22]. Картриджи с меньшей массой сорбента более предпочтительны для исследования ОВ в гидротермальных системах, позволяя отбирать небольшие объемы воды и эффективно извлекать растворенные в них УВ и их производные.

Сам процесс состоит из 4 (5) последовательных этапов (рис. 2): 1) активация сорбента (этап кондиционирования) путем загрузки на него подходящего растворителя (или последовательно нескольких растворителей). В результате поверхность сорбента активируется, удаляется воздух – сорбент готов к работе. Следующий этап, который можно объединить с предыдущим, – удаление растворителей и подготовка сорбента к конкретной матрице. Это осуществляется путем загрузки жидкости, сходной по составу с матрицей образца (если речь идет о природных водах – это дистиллированная вода); 2) внесение образца в картридж. Органические соединения из исходной матрицы переходят на сорбент (удерживаются сорбентом); 3) промывка сорбента жидкостью, которая удаляет мешающие компоненты (примеси) и не удаляет аналиты из сорбента (дистиллированная вода); 4) последний этап – элюирование сорбента. Осуществляется путем загрузки в картридж подходящего растворителя, который адсорбирует аналиты, удерживаемые сорбентом, и сбора полученного экстракта в вials.

Это классическая схема проведения процедуры ТФЭ. Однако под конкретные задачи возможны различные модификации этого процесса. Наиболее часто используемый вариант ТФЭ – включение в классическую схему этапов сушки сорбента. Это необходимо в том случае, когда при кондиционировании и элюировании используются реагенты, не смешивающиеся и не раство-

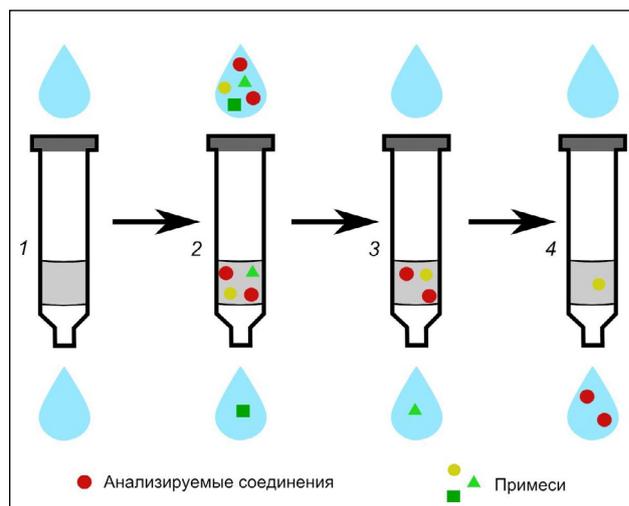


Рис. 2. Схема твердофазной экстракции, по [19]

1 – кондиционирование сорбента растворителями (и удаление растворителя дистиллированной водой); 2 – загрузка анализируемой воды (этап адсорбции); 3 – промывка сорбента и удаление мешающих компонентов (солей); 4 – элюирование растворителем целевых компонентов

Fig. 2. Solid phase extraction scheme, according to [19]

1 – solvent conditioning of the sorbent (and solvent removal with distilled water); 2 – analysed water loading (adsorption step); 3 – sorbent washing and removal of interfering components; 4 – elution of target components with solvent

римые в матрице образца (в воде). Микрокапли растворителя, которые остались после кондиционирования, будут мешать эффективному взаимодействию сорбента с образцом. И наоборот, остатки матрицы будут мешать извлечению аналитов элюентом. Необходимо удалять следы жидкости после этапов кондиционирования и адсорбции, то есть сушить сорбент в токе инертного газа. Сама схема проведения ТФЭ с сушкой сорбента представлена на рис. 3.

После кондиционирования через сорбент подается поток инертного газа (например, аргона) 5–10 минут до полного осушения. Давление, как правило, около 0.3–0.5 атмосферы. Далее вносится анализируемая вода, после чего картридж снова сушится в токе аргона 20–25 минут.

Еще одна из модификаций ТФЭ – перенос сорбента в стеклянный тубус. Стандартные полипропиленовые и полиэтиленовые картриджи могут давать примеси четных n-алканов состава

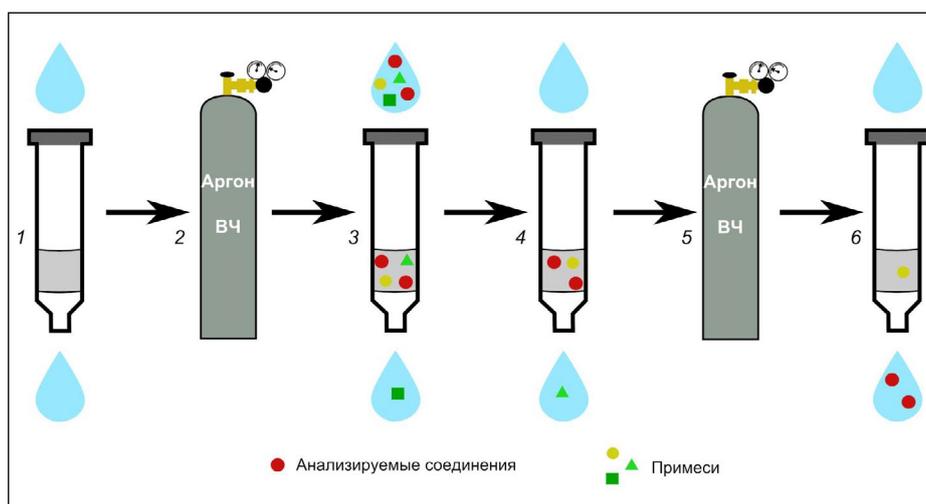


Рис. 3. Схема твердофазной экстракции с сушкой сорбента

1 – кондиционирование сорбента растворителями; 2 – сушка сорбента в потоке аргона и подготовка для внесения пробы; 3 – фильтрация анализируемой воды; 4 – промывка сорбента и удаление мешающих компонентов (солей); 5 – сушка сорбента в потоке аргона и подготовка для элюирования; 6 – элюирование растворителем целевых компонентов

Fig. 3 Scheme of solid-phase extraction with sorbent drying

1 – solvent conditioning of the sorbent; 2 – sorbent drying in an argon flow and preparation for sample introduction; 3 – analysed water loading; 4 – sorbent washing and removal of interfering components; 5 – sorbent drying in an argon flow and preparation for elution; 6 – elution of target components with solvent

н-С₁₂₋₂₀ (картриджи DSC-18), фталатов и алканов (картриджи Oasis), силоксанов и алканов (картриджи Strata), источником которых являются стенки тубуса, в котором находится сорбент. К сожалению, стеклянных картриджей для ТФЭ на рынке аналитической химии нет. Один из вариантов устранения этого эффекта заключается в переносе сорбента из полипропиленового картриджа в самодельный стеклянный тубус. Другим вариантом нивелирования этого инструментального загрязнения является вычитание площади пика примеси из площади пика соединения, установленного во время анализа (рис. 4). Кроме этого, при кондиционировании сорбента следует использовать 2–3 органических растворителя, один из которых гексан. Это помогает снизить интенсивность пиков четных алканов, поступивших из стенок картриджа. Природные воды, особенно термальные, как правило, содержат предельные УВ. Поступление этих компонентов из картриджей может исказить результаты исследования.

Для эффективного извлечения органических соединений из природных вод иногда может потребоваться регулировка pH перед проведением ТФЭ. Особенно это актуально для щелочных вод. Сорбент С-18 из картриджа DSC-18 работает луч-

ше при pH анализируемой воды около 2–3, извлекающая большее количество растворенных в воде органических компонентов. На рис. 5 представлены диаграммы гомологических рядов органических соединений, установленных в термальной воде из

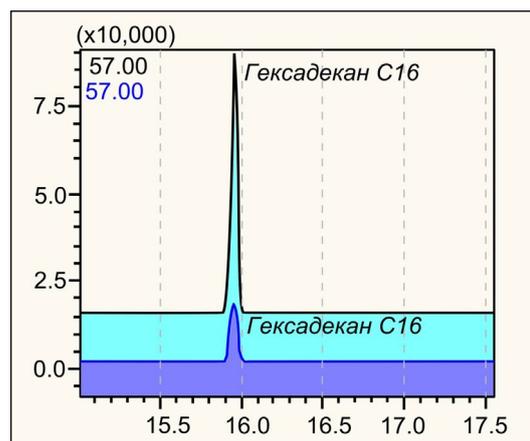


Рис. 4. Отрезок хроматограммы картриджа DSC-18 (снизу) и хроматограммы природной воды (сверху)

Fig. 4. Plot of DSC-18 cartridge chromatogram (bottom) and natural water chromatogram (top)

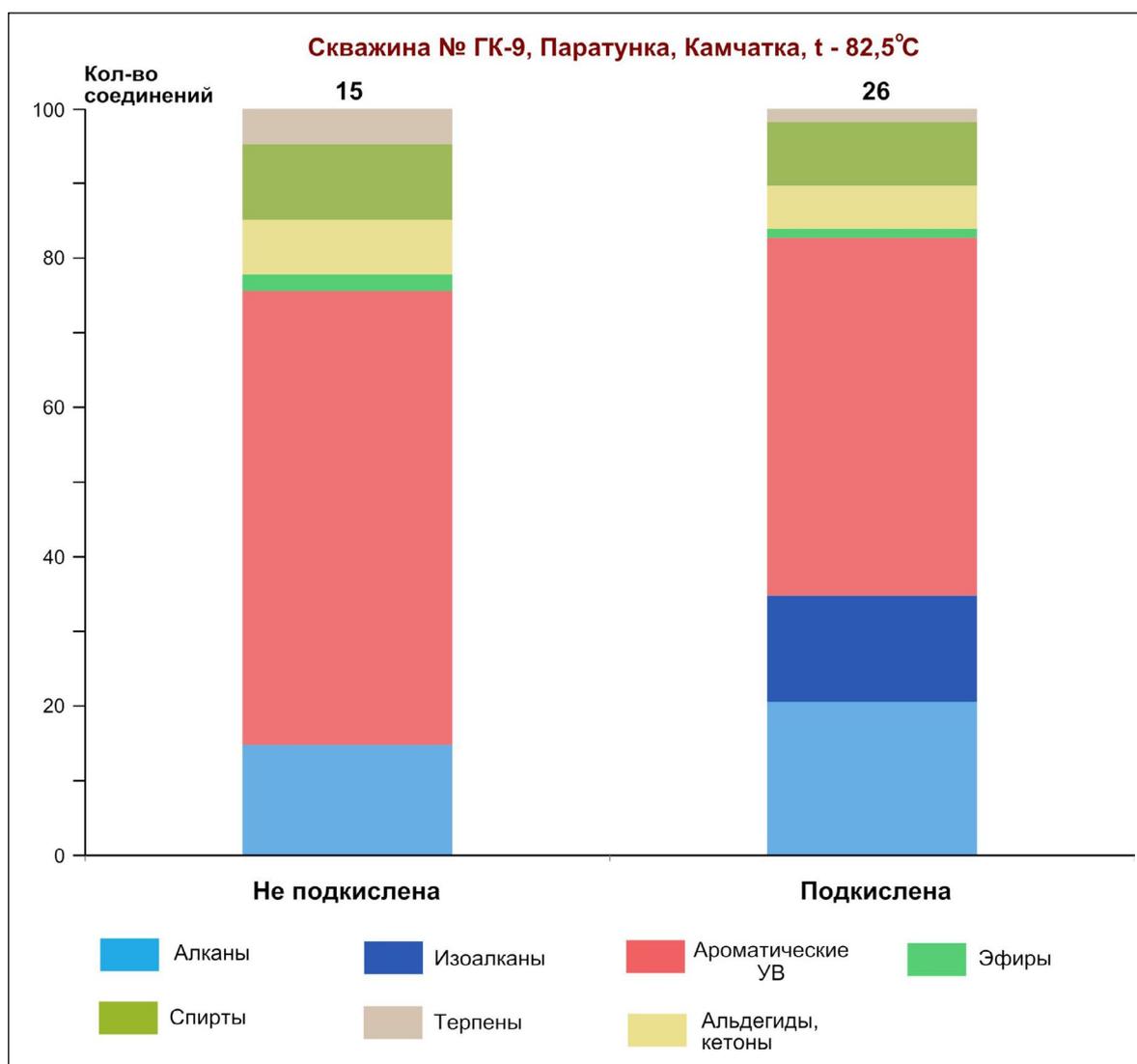


Рис. 5. Диаграммы гомологических рядов органических соединений из Паратунских терм. Слева – исходная вода с рН 8, справа – подкисленная соляной кислотой до рН 3

Fig. 5. Diagrams of homological series of organic compounds from the Paratunka thermal waters. Left – original water with pH 8, right – acidified with hydrochloric acid to pH 3

скважины № ГК-9 Паратунского геотермального месторождения на Камчатке (температура воды 82.5 °С, рН 8). Столбец слева – это исходная проба анализируемой воды с рН 8, а справа – та же вода, но подкисленная соляной кислотой до рН 3. Как видно из приведенных данных, количество соединений установлено больше именно в подкисленной пробе (на 11 компонентов). «Новые» соединения – изоалканы, а состав и характер распределения остальных установленных соединений одинаков. Регулировка рН не оказывает влияния на состав органического вещества (он остался без изменения), а позволяет «вытягивать» больше соединений. Кроме этого, подкисление не приводит к изомеризации нормальных алканов, так как

их состав в подкисленной и неподкисленной пробах одинаков.

Проведение ТФЭ в лабораторных условиях

Процесс пробоподготовки методом твердофазной экстракции в лаборатории является более удобным и не менее эффективным способом, чем проведение ТФЭ «on site», при соблюдении ряда условий. Во-первых, как уже писалось ранее, пробы должны быть отобраны в стеклянную посуду. Во-вторых, образцы нужно хранить в холодном месте. В-третьих – исключить попадание солнечных лучей. Последнее, но одно из важнейших условий, – после отбора и до проведения ТФЭ должно пройти не более 3 дней (руководствуясь принципом «чем меньше – тем лучше»).

Для исследования ОБ в гидротермальных системах использовались картриджи с сорбентом DSC-18 (50 мг), на основе силикагеля. Этот сорбент показал хорошую эффективность при извлечении большого числа органических компонентов. Пробы отбирались непосредственно из самих скважин, вскрывающих термальные воды, в бутылки из темного стекла с притертой крышкой. Объем образца, необходимый для анализа, – 100 мл. Сразу после отбора бутылки с водой помещались в холодное место (переносной холодильник) и транспортировались до лаборатории. Срок хранения до экстракции не превышал 2 суток с момента отбора. В лаборатории картриджи для ТФЭ последовательно кондиционировались 2 мл гексана, метанола и хлористого метилена. Кондициони-

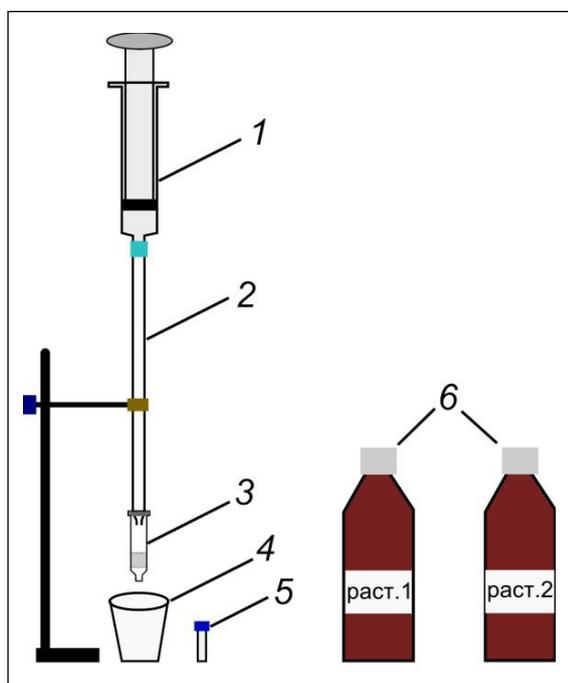


Рис. 6. Установка для кондиционирования / элюирования картриджа ТФЭ

1 – быстросъемный шприц для создания избыточного давления; 2 – градуированная пипетка на 2 мл; 3 – картридж DSC-18; 4 – стакан для слива растворителя; 5 – виала для сбора экстракта на 1.5 мл; 6 – растворители, используемые при кондиционировании и элюировании

Fig. 6. SPE cartridge conditioning / elution unit
1 – quick-release syringe for overpressurisation; 2 – graduated pipette for 2 ml; 3 – DSC-18 cartridge; 4 – beaker for draining solvent; 5 – 1.5 ml vial for extract collection; 6 – Solvents used for conditioning and elution

рование осуществлялось с помощью установки, показанной на рис. 6. При помощи стеклянного шприца растворитель вносился в стеклянную пипетку, к которой подсоединен картридж ТФЭ. Сверху устанавливался шприц для создания избыточного давления. При помощи этой же установки осуществлялось элюирование сорбента.

Сушка сорбента производилась в лабораторной установке для проведения ТФЭ, показанной на рис. 7, при помощи которой можно экстрагировать одновременно три пробы воды. Картриджи устанавливались на пипетку Мора, а сверху подводился газ аргон. Давление на манометре выставлялось 0.8–0.9 атмосферы (учитывая одновременную сушку трех картриджей). После кондиционирования сорбент сушился в токе аргона 5–10 минут.

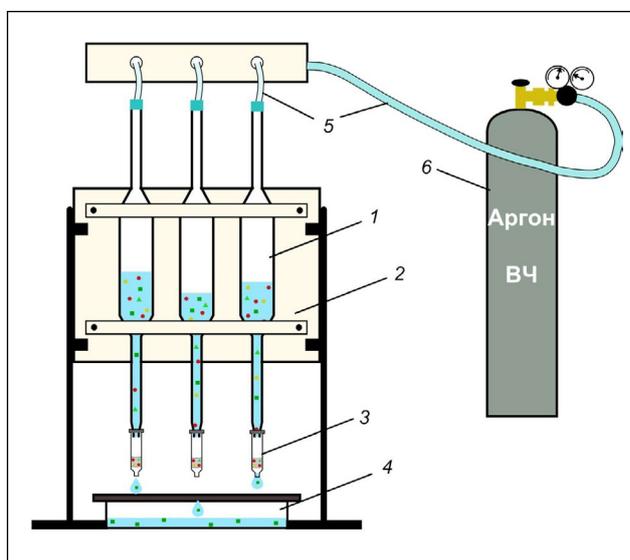


Рис. 7. Лабораторная установка для проведения ТФЭ

1 – пипетка Мора на 200 мл с анализируемой водой (красные кружочки – целевые компоненты, остальные значки – примеси); 2 – планшет на штативах для крепления пипеток; 3 – картридж с сорбентом DSC-18; 4 – емкость для слива воды; 5 – силиконовые шланги для подвода газа; 6 – баллон с аргоном, оборудованный манометром, для создания избыточного давления

Fig. 7. Laboratory unit for SPE
1 – 200 ml Mohr pipette with analysed water (red circles are target components, other symbols are impurities); 2 – Tablet on stands for fixing pipettes; 3 – DSC-18 sorbent cartridge; 4 – water tank; 5 – silicone hoses for gas supply; 6 – argon cylinder with pressure gauge to generate overpressure

После высушивания сорбента в токе аргона, не снимая картриджа, последовательно вносились 2 мл дистиллированной и 100 мл анализируемой воды. На манометре выставлялось значение 0.3–0.6 атмосферы, что обеспечивало постоянную скорость потока 1 мл в минуту. Такая скорость обеспечивает высокую эффективность при экстракции аналитов. После «выдувания» анализируемой воды через картридж снова вносилось 2 мл дистиллята для удаления примесей, и сорбент сушился в токе аргона 20–25 минут. Удержанные органические соединения снимались с сорбента (элюировались) 500 мкл хлористого метилена. Далее на водяной бане с дефлегматором полученный экстракт упаривался до 50 мкл, что позволяло сконцентрировать органические компоненты в 1000 раз по сравнению с исходной пробой воды. Качественный анализ органических соединений полученных экстрактов осуществляли методом капиллярной газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией [3, 38] на газовом хромато-масс-спектрометре Shimadzu GCMS-QP2010S в лаборатории КЦЭМП (аналитик В.Л. Рапопорт) и на Shimadzu GCMS-QP2010 ultra в лаборатории ИКАРП ДВО РАН (аналитик В.А. Потурай). Этот метод позволяет анализировать сложные многокомпонентные смеси, разделяя и регистрируя индивидуальные органические соединения, даже имеющие очень близкую структуру [5].

Проведение ТФЭ в полевых условиях

Иногда при проведении исследования гидротермальных систем бывает трудно выполнить некоторые условия, необходимые для эффективной экстракции методом ТФЭ в лаборатории. В основном трудности возникают или в процессе хранения проб воды (не всегда удается доставить их в лабораторию в течение 3 суток, еще и поместив в холодное место) или в результате транспортировки (перевозка большого количества стеклянных бутылей в полевых условиях зачастую практически невозможна). Тогда процедуру ТФЭ можно осуществлять непосредственно на месте отбора, в полевых условиях. Это избавляет от необходимости переносить большое количество стеклянной посуды с одной стороны и позволяет зафиксировать именно тот состав ОВ, который есть непосредственно в источнике, с другой. Кроме этого, уже сорбированные в картридже ТФЭ вещества остаются стабильными и не разлагаются в течение длительного периода времени. В работе Andrade-Eiroa A. с соавторами [20] отмечалось, что в течение 100 дней с момента проведения ТФЭ органические вещества, удержанные

сорбентом, остаются стабильными и не подвергаются бактериальной деградации. Именно поэтому лучше проводить элюирование картриджа непосредственно перед инструментальным анализом в лаборатории.

Сама схема проведения ТФЭ в полевых и лабораторных условиях не отличается. Последовательно проводились все 4 (5) этапов ТФЭ. Этапы кондиционирования картриджей и сушка сорбентов осуществлялись до выезда в поле, в лабораторных условиях. Далее высушенные картриджи помещались в индивидуальные пакетики с застежкой. На месте отбора проб воды была использована полевая установка для проведения ТФЭ [17], представленная на рис. 8.

В качестве резервуара для анализируемой воды использовались стеклянные шприцы на 100 мл. Отличие от лабораторной установки заключается в том, что здесь вода проходит через сорбент не в результате положительного (потоком газа), а за счет отрицательного давления (разрежения). Для этого использовался ресивер, представляющий собой колбу Бунзена с резиновой пробкой, в которую вставлена стеклянная трубка с силиконовым шлангом и ручной вакуумный насос, оборудованный манометром. Анализируемая вода вносилась в резервуар (можно использовать несколько стеклянных тубусов, соответственно делать несколько проб одновременно) и за счет создания вакуума проходила через картридж с сорбентом (как и в лабораторном методе ТФЭ, перед внесением пробы и сразу после нее добавлялась дистиллированная вода). Далее картриджи снимались с установки, маркировались и помещались в пакетики. В таком виде они, вместе с удержанными сорбентом веществами, хранились до последующего анализа. В лаборатории картриджи сушились в токе аргона и, непосредственно перед инструментальным анализом, проводился этап элюирования.

Еще одним вариантом полевой установки для ТФЭ является пипетка Мора в качестве приемного резервуара (так же, как и в лаборатории). В этой установке создается не отрицательное, а положительное давление. Для этого используется обычная камера из футбольного мяча (предварительно надутая). Воздух из камеры будет давить на воду, позволяя ей с нужной скоростью пройти через картридж. Вещества, которые могут «лететь» вместе с потоком воздуха из камеры, не учитываются, так как методом ГХ-МС не улавливаются. Такой установкой мы пользовались в 2009 году при обследовании геотермальных месторождений

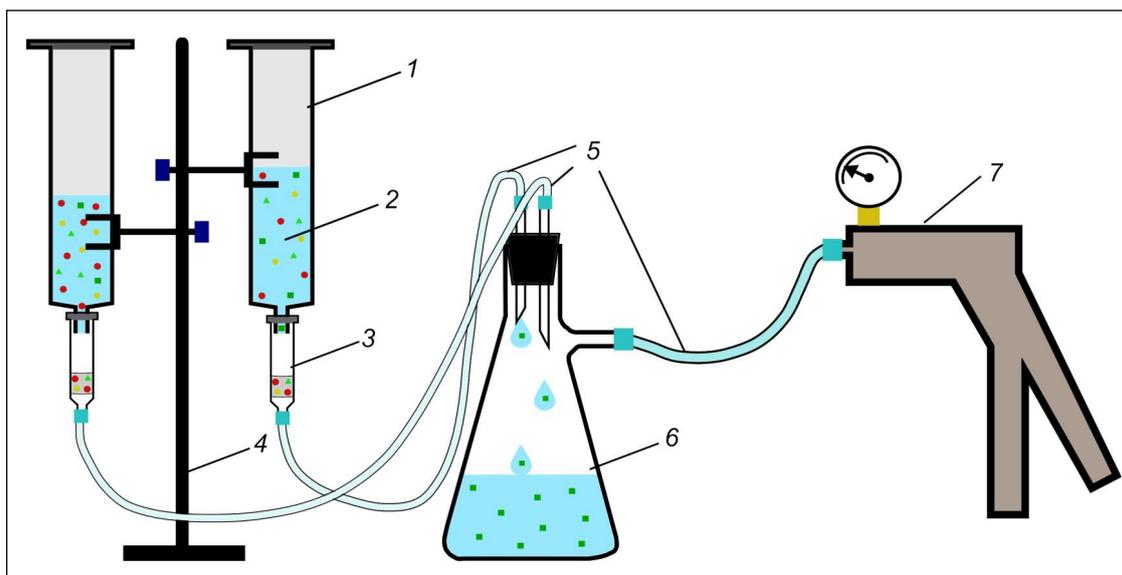


Рис. 8. Установка для проведения ТФЭ в полевых условиях

1 – стеклянный шприц (тубус) на 100 мл; 2 – анализируемая вода с растворенными целевыми и мешающими компонентами; 3 – картридж DSC-18; 4 – штатив; 5 – силиконовые шланги; 6 – колба Бунзена на 500 мл с резиновой пробкой; 7 – ручной вакуумный насос с манометром

Fig. 8. Unit for performing SPE in the field

1 – 100 ml glass syringe (tube); 2 – analysed water with dissolved target and interfering components; 3 – DSC-18 cartridge; 4 – tripod; 5 – silicone hoses; 6 – 500 ml Bunsen flask with rubber stopper; 7 – hand vacuum pump with pressure gauge

на Камчатке. Единственный недостаток этого способа заключается в том, что стабильный поток с нужной скоростью фильтрации пробы через картридж поддерживать неудобно. Кроме этого, сама установка немного громоздка, учитывая, что пипетка Мора на 100 мл представляет собой довольно сильно вытянутую трубку из хрупкого стекла.

Органическое вещество в гидротермальных системах континентальной части ДВ России

С 2007 по 2017 годы проводилось исследование ОВ на геотермальных месторождениях, которые располагаются на юге континентальной части ДВ (рис. 9). Были выбраны три наиболее мощных и высокотемпературных термопроявления в этой части ДВ – Кульдурское геотермальное месторождение, расположенное в северо-западной части Еврейской автономной области, Анненское и Тумнинское термальные поля, вытянутые цепочкой вдоль Татарского пролива в пределах Хабаровского края. В ходе проведения исследования неоднократно, в разные годы, отбирались пробы термальных вод, а также холодных подземных и поверхностных вод, расположенных в районе выходов исследуемых горячих источников.

В табл. 1 приведено краткое описание точек отбора проб горячих и холодных вод с указанием даты отбора для анализа на состав органического вещества. Всего было проведено 16 опробований в районе Кульдурского геотермального месторождения, 7 опробований в пределах Анненского термального поля и 9 проб воды было отобрано в районе Тумнинских терм. Полевые маршруты были выстроены таким образом, чтобы отобранные пробы хранились до ТФЭ в лаборатории не более 2 суток в холодном месте (переносной холодильник).

Результаты 10-летнего исследования состава ОВ в горячих и холодных водах районов геотермальных месторождений континентальной части ДВ более подробно можно посмотреть в работах [9–15]. Всего в горячих и холодных водах было установлено 249 соединений органической природы, которые были отнесены к 20 гомологическим рядам (табл. 2). При этом в термальных водах зафиксировано 245 соединений / 20 гомологических рядов, а в холодных – 79 компонентов и 13 гомологических рядов. Наиболее широко представлены по количеству соединений – гомологи-

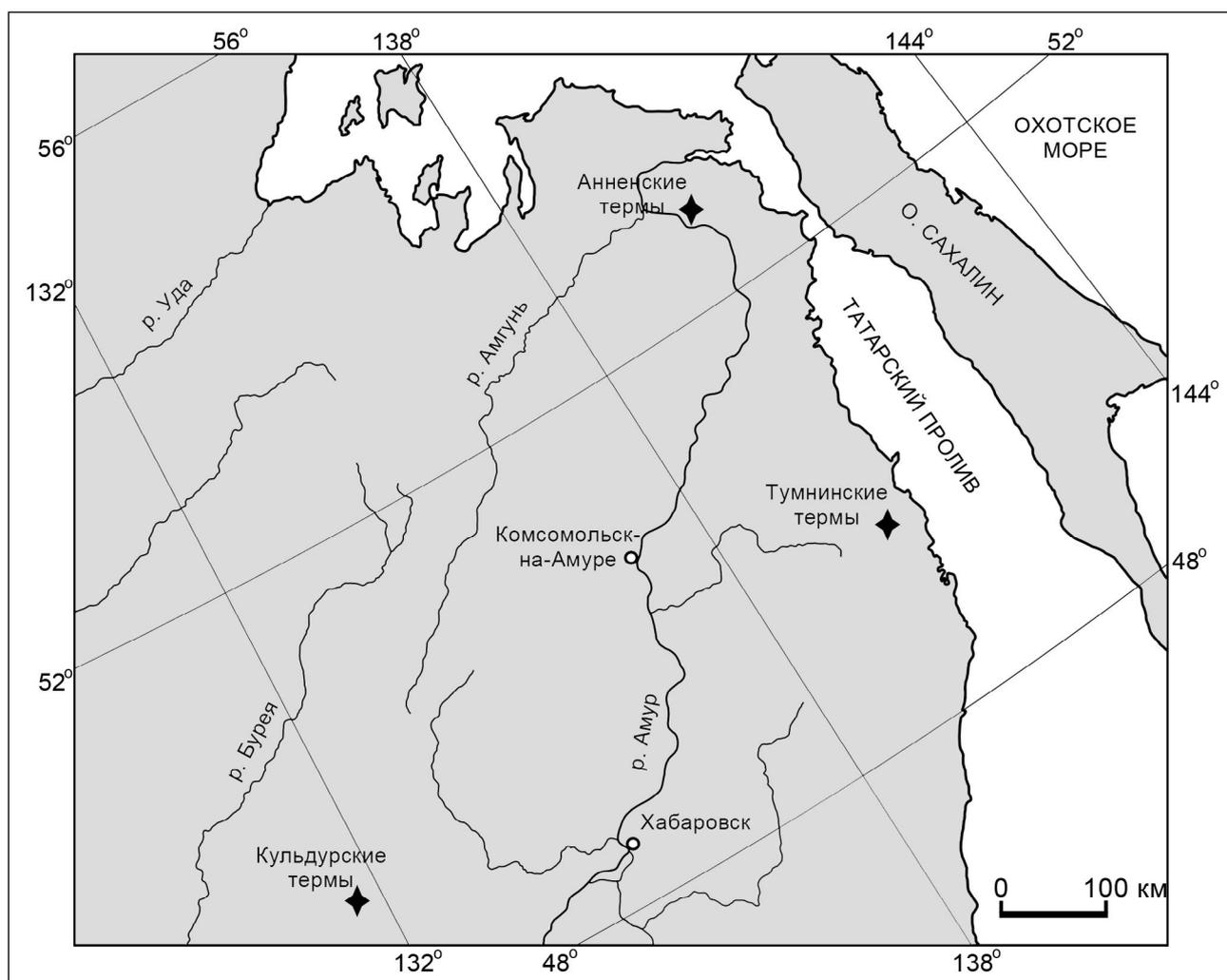


Рис. 9. Обзорная карта с месторасположением исследуемых геотермальных месторождений

Fig. 9. Overview map showing the location of the studied geothermal fields

ческие ряды эфиров и карбоновых кислот (40 и 21 соединение соответственно), а также нормальных и изоалканов (27 и 29 соединений соответственно) и ароматических УВ – 40 компонентов. Если рассматривать отдельно по термальным полям, то здесь наиболее распространены нормальные алканы, количество которых колеблется от 23 в Тумнинских термах до 26 в Анненских и Кульдурских и эфиры, количество которых варьируется от 13 соединений в Анненских источниках до 23 в Кульдурских. На долю алифатических, ароматических и кислородсодержащих УВ приходится 220 компонентов из 249. При этом алифатические УВ насчитывают 77 соединений, ароматические УВ – 42 соединения (40 из них в термах) и кислородсодержащие УВ – 105 веществ (103 из них в горячих водах).

В табл. 3 представлены данные по отно-

сительным концентрациям установленных органических соединений в исследуемых водах. Как видно из приведенных данных, максимальных относительных концентраций в горячих и холодных водах достигают предельные УВ (н-алканы) – 16.9%, терпены (тритерпеноиды) – 19.1% и эфиры карбоновых кислот – 17.4%. При этом исключительно в термальных водах список гомологических рядов доминирующих соединений изменяется. Здесь преобладают предельные и ароматические УВ (16.5% и 19.8% соответственно), карбоновые кислоты и их эфиры (12.7% и 24.5% соответственно). Учитывая высокую температуру воды – на выходе от 46 до 72 °С, а в глубинном резервуаре выше 120 °С [4, 7]; характер доминирующих компонентов – ароматические УВ не типичны для природных вод, живыми организмами практически не синтезируются, а геохимические

Таблица 1

Краткая характеристика точек опробования термальных и холодных вод континентальной части Дальнего Востока и даты отбора образцов воды для анализа на состав органического вещества

Table 1

Brief characteristics of thermal and cold water sampling sites in the continental Far East, and dates of water sampling for organic matter analysis

Место отбора	Дата отбора	Температура, °С	pH	Глубина, м
Кульдурское геотермальное месторождение				
Скважина 1-87	11.07.2007	72.6	9.5	100
	07.10.2008			
	22.09.2011			
	16.10.2013 вечер			
	17.10.2013 утро			
	17.10.2013 вечер			
Скважина 2-87	22.09.2011	71.4	9.5	100
Скважина 3-87	22.09.2011	59.3	9.6	100
Скважина 3	07.10.2008	54.8	9.5	116.7
	22.09.2011			
Скважина 5	07.10.2008	22	9.5	126.5
	22.09.2011			
Скважина 4	22.09.2011	45.5	9.11	142.5
Скважина 10-1 (холодная)	01.06.2010	5.6	7	53
Скважина 10-4	01.06.2010	5.4	6.5	25
р. Кульдур (выше по течению термального поля на 100 м)	22.09.2011	3.2	7.1	–
Анненское геотермальное месторождение				
Скважина 2	19.09.2012	54.0	9.0	43.8
	19.09.2012 10 мин			
	27.08.2014			
Скважина 21	19.09.2012	54.0	9.0	201.6
	27.08.2014			
Скважина 30-460 (холодная)	26.08.2014	9.0	7.8	90
руч. Амурчик (выше по течению термального поля на 700 м)	26.08.2014	–	–	–
Тумнинское геотермальное месторождение				
Скважина 8	08.06.2010	46.0	9.53	532
	12.09.2011			
	22.06.2017			
	22.06.2017 30 мин			
	29.06.2017			
	29.06.2017 30 мин			
Скважина 9	08.06.2010	43.0	9.43	300
	12.09.2011			
руч. Чопэ	12.09.2011	–	–	–

Гомологические ряды и количество органических компонентов, установленных в термальных и холодных водах континентальной части Дальнего Востока

Homologous series and abundance of organic constituents in thermal and cold waters of the continental Far East

№ п/п	Наименование гомологического ряда	Количество органических соединений					
		Термальные воды			Холодные	Общее термы	Общий список
		Кульдур	Аннен.	Тумнин			
1	Н-Алканы	26	26	23	23	27	27
2	Изоалканы	13	8	8	1	29	29
3	Диэтоксиды	2	–	–	–	2	2
4	Циклоалканы	1	–	2	–	3	3
5	Диоксаалканы	1	2	–	2	2	2
6	Н-Алкены и изоалкены	1	1	7	–	9	9
7	Терпены	4	1	3	2	5	5
Алифатические УВ		48	38	43	28	77	77
8	Арены	9	4	11	5	20	20
9	ПАУ	5	3	5	3	8	8
10	Гетероароматические УВ	–	8	5	5	12	14
Ароматические УВ		14	15	21	13	40	42
11	Карбоновые кислоты	19	10	6	7	21	21
12	Эфиры	23	13	16	11	39	40
13	Альдегиды	8	5	8	7	13	13
14	Кетоны	7	1	4	4	10	11
15	Спирты	8	7	8	3	18	18
16	Моноглицериды	2	–	–	–	2	2
Кислородсодержащие УВ		67	36	42	32	103	105
17	Азотсодержащие УВ	2	4	2	–	7	7
18	Серосодержащие УВ	–	–	2	–	2	2
19	Хиноны	1	1	–	–	2	2
20	Стероиды	14	2	1	6	14	14
Итого		146	96	111	79	245	249

индексы нечетности предельных УВ (CPI, OEP и другие) указывают на небиогенные процессы; и подчиненное распространение явно биогенных соединений (стероидов, хинонов, серосодержащих соединений, спиртов и др., относительное содержание которых в сумме не превышает 5%), установленное ОВ в термальных водах имеет термогенное происхождение (образованное в ре-

зультате термокаталитических процессов при действии высоких температур из органических остатков, имеющих первичный биогенный генезис). Более подробно о способах расчета индексов нечетности н-алканов и их значение, а также в водах о термогенном генезисе найденных компонентов можно посмотреть в [12, 13].

Гомологические ряды органических соединений и их относительное содержание в термальных и холодных водах континентальной части Дальнего Востока

Homologous series of organic compounds and their relative content in thermal and cold waters of the continental Far East

№ п/п	Наименование гомологического ряда	Доля, %					
		Термальные воды			Холодные	Общее термы	Общий список
		Кульдур	Аннен.	Тумнин			
1	Н-Алканы	17.3	18.5	13.7	17.3	16.5	16.9
2	Изоалканы	1.4	0.5	5.2	0.0	2.4	1.2
3	Диэтоксисалканы	0.6	–	–	–	0.2	0.1
4	Циклоалканы	0.1	–	1.2	–	0.4	0.2
5	Диоксаалканы	0.5	1.3	–	1.6	0.6	1.1
6	Н-Алкены и изоалкены	0.1	0.2	3.9	–	1.4	0.7
7	Терпены	6.8	2.9	23.5	27.0	11.1	19.1
Алифатические УВ		26.8	23.4	47.5	45.9	32.6	39.3
8	Арены	4.0	2.7	4.3	1.9	3.7	2.8
9	ПАУ	16.8	1.7	3.0	след	7.2	3.6
10	Гетероароматические УВ	–	22.3	4.4	4.6	8.9	6.7
Ароматические УВ		20.8	26.7	11.7	6.5	19.8	13.1
11	Карбоновые кислоты	30.4	5.9	2.0	7.5	12.7	10.1
12	Эфиры	7.0	34.5	32.0	10.2	24.5	17.4
13	Альдегиды	3.0	2.7	3.6	7.5	3.1	5.3
14	Кетоны	1.3	0.5	0.9	3.3	0.9	2.1
15	Спирты	1.0	3.2	2.0	2.9	2.1	2.5
16	Моноглицериды	1.0	–	–	–	0.3	0.2
Кислородсодержащие УВ		43.7	46.8	40.5	31.4	43.6	37.6
17	Азотсодержащие УВ	0.4	1.6	0.1	–	0.7	0.3
18	Серосодержащие УВ	–	–	0.2	–	0.1	0.1
19	Хиноны	0.1	0.7	–	–	0.2	0.1
20	Стероиды	8.2	0.8	след	16.2	3.0	9.5
Итого		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Распределение ОВ по геотермальным месторождениям следующее: в Кульдурских термах преобладают предельные, ароматические УВ и карбоновые кислоты, в Анненских горячих источниках доминируют также предельные и ароматические УВ, но вместо карбоновых кислот (как в Кульдурских водах) здесь преобладают эфиры.

Тумнинские термы, наименее горячие из обследованных (температура 46 °С), характеризуются уже более типичными для холодных природных вод биогенными терпенами, а также эфирами карбоновых кислот. Относительная концентрация н-алканов здесь ниже, чем в Кульдурских и Анненских источниках, и достигает 13.7%. Содержание аро-

матических УВ здесь также заметно ниже (11.7% против 20.8–26.7% в Кульдурских и Анненских водах). В целом заметно снижение доли термокалитического ОВ в Тумнинских термах и преобладание биогенных соединений.

Холодные воды районов геотермальных месторождений характеризуются биогенным составом ОВ. Здесь преобладают терпены, стероиды, альдегиды и эфиры. Доля n-алканов достигает 17.3%, но их молекулярно-массовое распределение указывает на биогенное, преимущественно растительное, происхождение ОВ (значение СРІ более 2). Ароматические УВ, типичные для горячих вод, здесь установлены в невысоких относительных содержаниях (6.5%). Кроме характера распределения доминирующих компонентов и особенностей молекулярно-массового распределения n-алканов, к основным отличиям холодных вод от горячих относится незначительное распространение или полное отсутствие изомеров предельных УВ в холодных водах, которые являются характерными для термальных вод.

Заключение

Твердофазная экстракция как метод пробоподготовки природных (термальных) вод для последующего анализа состава ОВ является одним из наиболее эффективных методов концентрирования и очистки целевых компонентов и смены исходной матрицы на более подходящую для последующего инструментального анализа. Этот способ позволяет быстро и результативно извлечь интересующие органические соединения, предварительно их сконцентрировав в 100–1000 раз, и используя при этом малые объемы исходной пробы и органических растворителей. Картриджи ТФЭ хорошо подходят для хранения сорбированных органических веществ до анализа в лаборатории в течение длительного времени без изменения их концентрации и состава. Сорбент С-18 показал свою эффективность при исследовании ОВ в гидротермальных системах, экстрагируя значительное количество разнообразных органических соединений. Разработанные установки для ТФЭ и кондиционирования картриджей позволяют успешно проводить эту процедуру для большого количества проб как в полевых условиях, так и в лаборатории.

В результате многолетнего исследования состава ОВ в горячих (температура 46–73 °С) и холодных водах районов геотермальных месторождений континентальной части Дальнего Востока методом твердофазной экстракции с газовым хроматомасс-спектрометрическим окончанием

установлено 249 соединений, которые относятся к 20 гомологическим рядам. Из них в термальных водах зафиксировано 245 компонентов, среди которых преобладают предельные и ароматические УВ (16.5% и 19.8% соответственно), а также карбоновые кислоты и их эфиры (12.7% и 24.5% соответственно). Происхождение предельных и ароматических УВ связано, вероятно, с термокалитическими процессами преобразования органических остатков.

В холодных водах найдено 79 соединений, принадлежащих к 13 гомологическим рядам. Здесь доминируют явно биогенные соединения: терпены и стероиды. Молекулярно-массовое распределение предельных УВ свидетельствует о растительном источнике ОВ, а ароматические УВ здесь представлены незначительно.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамов В.Ю. Формирование органического химического состава углекислых минеральных вод Эссентукского и Нагутского месторождений // Разведка и охрана недр. 2014. № 5. С. 47–51.
2. Галимов Э.М., Севастьянов В.С., Карпов Г.А., Камалева А.И., Кузнецова О.В., Коноплева И.В., Власова Л.Н. Углеводороды из вулканического района. Нефтепроявления в кальдере вулкана Узон на Камчатке // Геохимия. 2015. № 12. С. 1059–1068. DOI: 10.7868/S0016752515120043.
3. Другов Ю.С. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю.С. Другов, А.А. Родин. СПб.: Анатолия, 2002. 755 с.
4. Зиппа Е.В., Брагин И.В. Оценка температуры азотных термальных вод на глубине циркуляции, Сихоте-Алинь // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы IV Всерос. конф. / под ред. А.М. Плюснина. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2020. С. 61–64. DOI: 10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-61-64.
5. Клюев Н.А., Бродский Е.С. Современные методы масс-спектрометрического анализа органических соединений // Российский химический журнал. 2002. Т. 46, № 4. С. 57–63.
6. Конторович А.Э., Бортникова С.Б., Карпов Г.А., Каширцев В.А., Костырева Е.А., Фомин А.Н. Кальдера вулкана Узон (Камчатка) – уникальная природная лаборатория со-

- временного нефтидогенеза // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 8. С. 986–990.
7. Лямина Л.А., Харитоновна Н.А., Расторгуев А.В., Челноков Г.А., Брагин И.В. Концептуальная модель формирования азотных термальных вод в кристаллических массивах пород (на примере месторождения Кульдур) // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 2022. № 2. С. 78–90.
 8. Плюснин А.М., Украинцев А.В., Чернявский М.К. Органическое вещество в углекислых минеральных водах Витимского плоскогорья и Восточного Саяна // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы III Всерос. конф. / под ред. Л.В. Заманы, С.Л. Шварцева. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2018. С. 68–71. DOI: 10.31554/978-5-7925-0536-0-2018-68-71.
 9. Потурай В.А. Органическое вещество в гидротермальных системах разных типов и обстановки // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, № 11. С. 6–16. DOI: 10.18799/24131830/2018/11/204.
 10. Потурай В.А. Органическое вещество в подземных и поверхностных водах района Анненского геотермального месторождения (Дальний Восток) // Геохимия. 2017. № 4. С. 372–380. DOI: 10.7868/S0016752517020054.
 11. Потурай В.А. Органическое вещество в подземных и поверхностных водах района Кульдурского месторождения термальных вод, Дальний Восток России // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1 (21). С. 169–182.
 12. Потурай В.А. Органическое вещество и молекулярно-массовое распределение углеводородов в Анненских термальных водах (Дальний Восток, Россия) // Геология и Геофизика. 2022. Т. 63, № 10. С. 1352–1368. DOI: 10.15372/GiG2021150.
 13. Потурай В.А. Состав и распределение n-алканов в азотных термах Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36, № 4. С. 109–119.
 14. Потурай В.А. Сравнение химического состава термальных, сточных и грунтовых вод Кульдурского района // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 92–96.
 15. 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.
 16. Разницин Ю.Н., Савельева Г.Н., Федонкин М.А. Углеводородный потенциал палео- и современных надсубдукционных областей: тектонический, геодинамический, минералого-геохимический и биохимический аспекты // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37, № 2. С. 3–16. DOI: 10.30911/0207-4028-2018-37-2-3-16.
 17. Украинцев А.В., Плюснин А.М. Применение метода твердофазной экстракции для анализа состава растворенных органических веществ в углекислых минеральных водах // Байкальская молодежная научная конференция по геологии и геофизике: материалы V Всерос. молодеж. науч. конф. Улан-Удэ, 2019. С. 90–92.
 18. Шульга Н.А., Пересыпкин В.И. О генезисе углеводородов в гидротермальных отложениях полей Лост Сити и Рэйнбоу (Срединно-Атлантический хребет) // Доклады Академии наук. 2012. Т. 445, № 2. С. 196–199.
 19. Andrade-Eiroa A., Canle M., Leroy-Cancellieri V., Cerda V. Solid phase extraction of organic compounds: a critical review. Part I // Trends in Analytical Chemistry. 2016. Vol. 80. P. 641. DOI: 10.1016/j.trac.2015.08.015.
 20. Andrade-Eiroa A., Canle M., Leroy-Cancellieri V., Cerda V. Solid phase extraction of organic compounds: a critical review. Part II // Trends in Analytical Chemistry. 2016. Vol. 80. P. 655. DOI: 10.1016/j.trac.2015.08.014.
 21. Aubrey A., Cleaves H., Bada J. The role of submarine hydrothermal systems in the synthesis of amino acids // Origin of Life and Evolution of Biospheres. 2009. Vol. 39. P. 91–108. DOI: 10.1007/s11084-008-9153-2.
 22. Badawy M.E.I., El-Nouby M.A.M., Kimani P.K., Lim L.W., Rabea E.I. A review of the modern principles and applications of solid-phase extraction techniques in chromatographic analysis // Analytical Sciences. 2022. Vol. 38. P. 1457–1487. DOI: 10.1007/s44211-022-00190-8.
 23. Berrueta L.A., Gallo B., Vicente F. A Review of Solid Phase Extraction: Basic Principles and New Developments // Chromatographia. 1995. Vol. 40, N 7/8. P. 474–483.
 24. Boschetti T., Etiope G., Toscani L. Abiotic methane in the hyperalkaline springs of Genova, Italy // Procedia Earth and Planetary Science. 2013. Vol. 7. P. 248–251. DOI: 10.1016/j.proeps.2013.02.004.
 25. Faraji M., Yamini Y., Gholami M. Recent Advances and Trends in Applications of Solid-Phase Extraction Techniques in Food and Environmental Analysis // Chromatographia. 2019.

- Vol. 82. P. 1207–1249. DOI: 10.1007/s10337-019-03726-9.
26. Fedotov P.S., Malofeeva G.I., Savonina E.Yu., Spivakov B.Ya. Solid-Phase Extraction of Organic Substances: Unconventional Methods and Approaches // *Journal of Analytical Chemistry*. 2019. Vol. 74, N 3. P. 205–212. DOI: 10.1134/S1061934819030043.
 27. Fiebig J., Woodland A.B., Spangenberg J., Oschmann W. Natural evidence for rapid abiogenic hydrothermal generation of CH₄ // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2007. Vol. 71. P. 3028–3039. DOI: 10.1016/j.gca.2007.04.010.
 28. Fu Q., Socki R.A., Niles P.B. Evaluating reaction pathways of hydrothermal abiogenic synthesis at elevated temperatures and pressures using carbon isotopes // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2015. Vol. 154. P. 1–17. DOI: 10.1016/j.gca.2015.01.027.
 29. Garcia-Sanchez B.E., Vara-Castro G.M., Kretzschmar Th., Sanchez-Avila J.I. Organic compounds in surface and groundwaters in the surrounding of a Mexican geothermal reservoir; case study Los Humeros, Puebla // *Applied Geochemistry*. 2022. Vol. 147. 105442. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2022.105442.
 30. Gonsior M., Hertkorn N., Hinman N., Dvorski S.E.-M., Harir M., Cooper W.J., Schmitt-Kopplin P. Yellowstone Hot Springs are Organic Chemodiversity Hot Spots // *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. 14155. DOI: 10.1038/s41598-018-32593-x.
 31. Gonzalez-Barreiro C., Cancho-Grande B., Araujo-Nespereira P., Cid-Fernandez J.A., Simal-Gandara J. Occurrence of soluble organic compounds in thermal waters by ion trap mass detection // *Chemosphere*. 2009. N 75. P. 34–47. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2008.11.067.
 32. Konn C., Charlou J.L., Holm N.G., Mousis O. The production of methane, hydrogen, and organic compounds in ultramafic-hosted hydrothermal vents of the Mid-Atlantic Ridge // *Astrobiology*. 2015. Vol. 15, N 5. P. 381–399. DOI: 10.1089/ast.2014.1198.
 33. Leins A., Bregnard D., Vieth-Hillebrand A., Junier P., Regenspurg S. Dissolved organic compounds in geothermal fluids used for energy production: a review // *Geothermal Energy*. 2022. Vol. 10. 9. DOI: 10.1186/s40517-022-00220-8.
 34. Nye J.J., Shock E.L., Hartnett H.E. A novel PARAFAC model for continental hot springs reveals unique dissolved organic carbon compositions // *Organic Geochemistry*. 2020. Vol. 141. 103964. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2019.103964.
 35. Ong C., Fowler A.P.G., Seyfried Jr. W.E., Sun T., Fu Q. Organic compounds in vent fluids from Yellowstone Lake, Wyoming // *Organic Geochemistry*. 2021. Vol. 159. 104275. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2021.104275.
 36. Pourshamsi T., Amri F., Abniki M. A comprehensive review on application of the syringe in liquid and solid-phase microextraction methods // *Journal of the Iranian Chemical Society*. 2021. Vol. 18. P. 245–264. DOI: 10.1007/s13738-020-02025-7.
 37. Sanchez-Avila J.I., Garcia-Sanchez B.E., Vara-Castro G.M., Kretzschmar T. Distribution and origin of organic compounds in the condensates from a Mexican high-temperature geothermal field // *Geothermics*. 2021. Vol. 89. 101980. DOI: 10.1016/j.geothermics.2020.101980.
 38. Soniassy R. Water analysis: Organic micropollutants / R. Soniassy, P. Sandra, C. Schlett. Germany: Hewlett-Packard Company, 1994. 278 p.
 39. Sunguti A.E., Kibet J.K., Kinyanjui T.K. A review of the status of organic pollutants in geothermal waters // *Journal of Nature, Science & Technology*. 2021. Vol. 4. P. 19–28. DOI: 10.36937/janset.2021.004.005.
 40. Szabo I., Varga C. Finding possible pharmacological effects of identified organic compounds in medicinal waters (BTEX and phenolic compounds) // *International Journal of Biometeorology*. 2019. Vol. 64. P. 989–995. DOI: 10.1007/s00484-019-01808-9.
 41. Ukraintsev A.V., Plyusnin A.M., Chernyavskii M.K. Ferruginous mineral waters of Western Transbaikalia: formation of gas, trace elements, and dissolved organic matter composition // *Geochemistry International*. 2024. Vol. 62, N 6. P. 659–673. DOI: 10.1134/S0016702924700307.
 42. Umoh U.U., Li L., He J., Chen L., Dong L., Jia G., Lahajnar N., Massoth G., Schwarz-Schampera U. Unusual aliphatic hydrocarbon profiles at hydrothermal vent fields of the Central and Southeast Indian Ridges and Mid-Indian Basin // *Deep-Sea Research Part II*. 2021. Vol. 194. 104996. DOI: 10.1016/j.dsr2.2021.104996.

REFERENCES

1. Abramov V.Yu. Formation organic carbon composition of compound carbon dioxide mineral waters of the Essentucky, Nagutsky deposits. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 5, pp. 47–51. (In Russ.).
2. Galimov E.M., Sevast'yanov V.S., Kamaleeva A.I., Kuznetsova O.V., Konopleva I.V., Vlaso-

- va L.N., Karpov G.A. Hydrocarbons from a volcanic area. Oil seeps in the Uzon caldera, Kamchatka. *Geokhimiya*, 2015, no. 12, pp. 1059–1068. (In Russ.). DOI: 10.7868/S0016752515120043.
3. Drugov Yu.S. *Probopodgotovka v ekologicheskoy analize* (Sample preparation in environmental analysis), Yu.S. Drugov, A.A. Rodin. Saint-Petersburg: Anatoliya Publ., 2002. 755 p. (In Russ.).
 4. Zippa E.V., Bragin I.V. The estimation the N₂-thermal waters temperature at the circulation depth, Sikhote-Alin, in *Geologicheskaya evolyutsiya vzaimodeystviya vody s gornymi porodami* (Geological evolution of water-rock interactions). Ulan-Ude: BSC SB RAS, 2020, pp. 61–64. (In Russ.).
 5. Klyuev N.A., Brodskii E.S. Modern methods of mass spectrometric analysis of organic compounds. *Rossiiskii khimicheskii zhurnal*, 2002, vol. 46, no. 4, pp. 57–63. (In Russ.).
 6. Kontorovich A.E., Bortnikova S.B., Kashirtsev V.A., Kostyreva E.A., Fomin A.N., Karpov G.A. Uzon volcano caldera (Kamchatka): a unique natural laboratory of the present-day naphthide genesis. *Geologiya i geofizika*, 2011, vol. 52, no. 8, pp. 986–990. (In Russ.).
 7. Lyamina L.A., Kharitonova N.A., Rastorguev A.V., Chelnokov G.A., Bragin I.V. Conceptual model of the formation of nitrogen thermal waters in crystalline rock massifs (example of the Kuldur spa). *Vestnik MGU. Seriya 4. Geologiya*, 2022, no. 2, pp. 78–90. (In Russ.).
 8. Plyusnin A.M., Ukraintsev A.V., Chernyavskii M.K. Organic matter in carbonaceous mineral waters of Vitim plateau and East Sayan, in *Geologicheskaya evolyutsiya vzaimodeystviya vody s gornymi porodami* (Geological evolution of water-rock interactions). Ulan-Ude: BSC SB RAS, 2018. pp. 68–71. (In Russ.).
 9. Poturay V.A. Organic matter in hydrothermal systems of the Far East of different types and situations. *Izvestiya TPU. Inzhiniring georesursov*, 2018, vol. 329, no. 11, pp. 6–16. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2018/11/204.
 10. Poturay V.A. Organic matter in ground- and surface waters in the area of the Annenskii geothermal field, Russian Far East. *Geokhimiya*, 2017, no. 4, pp. 372–380. (In Russ.). DOI: 10.7868/S0016752517020054.
 11. Poturay V.A. Organic substance in surface waters and groundwaters in Kuldur deposit of thermal waters, the Far East of Russia. *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle*, 2013, no. 1(21), pp. 169–182. (In Russ.).
 12. Poturay V.A. Organic Matter and Molecular-Weight Distribution of Hydrocarbons in the Annenskoe Thermal Waters (Far East, Russia). *Geologiya i Geofizika*, 2022, vol. 63, no. 10, pp. 1352–1368. (In Russ.). DOI: 10.15372/GiG2021150.
 13. Poturay V.A. Composition and distribution of n-paraffines in nitrogen thermal waters of the Russian Far East. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2017, vol. 36, no. 4, pp. 109–119. (In Russ.).
 14. Poturay V.A. Comparison of chemical composition of thermal, waste and ground waters of Kuldur district. *Regional'nye problemy*, 2010, vol. 13, no. 2, pp. 92–96. (In Russ.).
 15. Poturay V.A., Strochinskaja S.S., Kompanichenko V.N. Complex biogeochemical characteristics of the Tumnin springs thermal water. *Regional'nye problemy*, 2018, vol. 21, no. 1, pp. 22–30. (In Russ.).
 16. Raznitsin Yu.N., Savel'eva G.N., Fedonkin M.A. The hydrocarbon potential of paleo- and modern suprasubduction zones: tectonic, geodynamic, mineralogical-geochemical, and biochemical aspects. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2018, vol. 37, no. 2, pp. 3–16. (In Russ.). DOI: 10.30911/0207-4028-2018-37-2-3-16.
 17. Ukraintsev A.V., Plyusnin A.M. Application of solid-phase extraction method to analyse the composition of dissolved organic substances in carbonaceous mineral waters, in *Baikal'skaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya po geologii i geofizike* (Baikal Youth Scientific Conference on Geology and Geophysics). Ulan-Ude, 2019, pp. 90–92. (In Russ.).
 18. Shulga N.A., Peresytkin V.I. The genesis of hydrocarbons in hydrothermal deposits of the Lost City and Rainbow fields (Mid-Atlantic Ridge). *Doklady Akademii nauk*, 2012, vol. 445, no. 2, pp. 196–199. (In Russ.).
 19. Andrade-Eiroa A., Canle M., Leroy-Cancellieri V., Cerda V. Solid phase extraction of organic compounds: a critical review. Part I. *Trends in Analytical Chemistry*, 2016, vol. 80, pp. 641. DOI: 10.1016/j.trac.2015.08.015.
 20. Andrade-Eiroa A., Canle M., Leroy-Cancellieri V., Cerda V. Solid phase extraction of organic compounds: a critical review. Part II. *Trends in Analytical Chemistry*, 2016, vol. 80, pp. 655. DOI: 10.1016/j.trac.2015.08.014.
 21. Aubrey A., Cleaves H., Bada J. The role of submarine hydrothermal systems in the synthesis of amino acids. *Origin of Life and Evolution of Biospheres*, 2009, vol. 39, pp. 91–108. DOI: 10.1007/

- s11084-008-9153-2.
22. Badawy M.E.I., El-Nouby M.A.M., Kimani P.K., Lim L.W., Rabea E.I. A review of the modern principles and applications of solid-phase extraction techniques in chromatographic analysis. *Analytical Sciences*, 2022, vol. 38, pp. 1457–1487. DOI: 10.1007/s44211-022-00190-8.
 23. Berrueta L.A., Gallo B., Vicente F. A Review of Solid Phase Extraction: Basic Principles and New Developments. *Chromatographia*, 1995, vol. 40, no. 7/8, pp. 474–483.
 24. Boschetti T., Etiopie G., Toscani L. Abiotic methane in the hyperalkaline springs of Genova, Italy. *Procedia Earth and Planetary Science*, 2013, vol. 7, pp. 248–251. DOI: 10.1016/j.proeps.2013.02.004.
 25. Faraji M., Yamini Y., Gholami M. Recent Advances and Trends in Applications of Solid-Phase Extraction Techniques in Food and Environmental Analysis. *Chromatographia*, 2019, vol. 82, pp. 1207–1249. DOI: 10.1007/s10337-019-03726-9.
 26. Fedotov P.S., Malofeeva G.I., Savonina E.Yu., Spivakov B.Ya. Solid-Phase Extraction of Organic Substances: Unconventional Methods and Approaches. *Journal of Analytical Chemistry*, 2019, vol. 74, no. 3, pp. 205–212. DOI: 10.1134/S1061934819030043.
 27. Fiebig J., Woodland A.B., Spangenberg J., Oschmann W. Natural evidence for rapid abiogenic hydrothermal generation of CH₄. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2007, vol. 71, pp. 3028–3039. DOI: 10.1016/j.gca.2007.04.010.
 28. Fu Q., Socki R.A., Niles P.B. Evaluating reaction pathways of hydrothermal abiotic organic synthesis at elevated temperatures and pressures using carbon isotopes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2015, vol. 154, pp. 1–17. DOI: 10.1016/j.gca.2015.01.027.
 29. Garcia-Sanchez B.E., Vara-Castro G.M., Kretzschmar Th., Sanchez-Avila J.I. Organic compounds in surface and groundwaters in the surrounding of a Mexican geothermal reservoir; case study Los Humeros, Puebla. *Applied Geochemistry*, 2022, vol. 147, 105442. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2022.105442.
 30. Gonsior M., Hertkorn N., Hinman N., Dvorski S.E.-M., Harir M., Cooper W.J., Schmitt-Kopplin P. Yellowstone Hot Springs are Organic Chemo-diversity Hot Spots. *Scientific Reports*, 2018, vol. 8, 14155. DOI: 10.1038/s41598-018-32593-x.
 31. Gonzalez-Barreiro C., Cancho-Grande B., Araujo-Nespereira P., Cid-Fernandez J.A., Simal-Gandara J. Occurrence of soluble organic compounds in thermal waters by ion trap mass detection. *Chemosphere*, 2009, no. 75, pp. 34–47. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2008.11.067.
 32. Konn C., Charlou J.L., Holm N.G., Mousis O. The production of methane, hydrogen, and organic compounds in ultramafic-hosted hydrothermal vents of the Mid-Atlantic Ridge. *Astrobiology*, 2015, vol. 15, no. 5, pp. 381–399. DOI: 10.1089/ast.2014.1198.
 33. Leins A., Bregnard D., Vieth-Hillebrand A., Junier P., Regenspurg S. Dissolved organic compounds in geothermal fluids used for energy production: a review. *Geothermal Energy*, 2022, vol. 10, 9. DOI: 10.1186/s40517-022-00220-8.
 34. Nye J.J., Shock E.L., Hartnett H.E. A novel PARAFAC model for continental hot springs reveals unique dissolved organic carbon compositions. *Organic Geochemistry*, 2020, vol. 141, 103964. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2019.103964.
 35. Ong C., Fowler A.P.G., Seyfried Jr. W.E., Sun T., Fu Q. Organic compounds in vent fluids from Yellowstone Lake, Wyoming. *Organic Geochemistry*, 2021, vol. 159, 104275. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2021.104275.
 36. Pourshamsi T., Amri F., Abniki M. A comprehensive review on application of the syringe in liquid and solid-phase microextraction methods. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 2021, vol. 18, pp. 245–264. DOI: 10.1007/s13738-020-02025-7.
 37. Sanchez-Avila J.I., Garcia-Sanchez B.E., Vara-Castro G.M., Kretzschmar T. Distribution and origin of organic compounds in the condensates from a Mexican high-temperature geothermal field. *Geothermics*, 2021, vol. 89, 101980. DOI: 10.1016/j.geothermics.2020.101980.
 38. Soniassy R. *Water analysis: Organic micropollutants*, R. Soniassy, P. Sandra, C. Schlett. Germany: Hewlett-Packard Company, 1994. 278 p.
 39. Sunguti A.E., Kibet J.K., Kinyanjui T.K. A review of the status of organic pollutants in geothermal waters. *Journal of Nature, Science & Technology*, 2021, vol. 4, pp. 19–28. DOI: 10.36937/jan-set.2021.004.005.
 40. Szabo I., Varga C. Finding possible pharmacological effects of identified organic compounds in medicinal waters (BTEX and phenolic compounds). *International Journal of Biometeorology*, 2019, vol. 64, pp. 989–995. DOI: 10.1007/s00484-019-01808-9.
 41. Ukraintsev A.V., Plyusnin A.M., Chernyavskii M.K. Ferruginous mineral wa-

ters of Western Transbaikalia: formation of gas, trace elements, and dissolved organic matter composition. *Geochemistry International*, 2024, vol. 62, no. 6. pp. 659–673. DOI: 10.1134/S0016702924700307.

42. Umoh U.U., Li L., He J., Chen L., Dong L., Jia G.,

Lahajnar N., Massoth G., Schwarz-Schampera U. Unusual aliphatic hydrocarbon profiles at hydrothermal vent fields of the Central and Southeast Indian Ridges and Mid-Indian Basin. *Deep-Sea Research Part II*, 2021, vol. 194, 104996. DOI: 10.1016/j.dsr2.2021.104996.

USING SOLID PHASE EXTRACTION TO STUDY ORGANIC MATTER IN HYDROTHERMAL SYSTEMS IN THE RUSSIAN FAR EAST

V.A. Poturay

The paper describes the process of solid phase extraction as a method of natural waters sample preparation, in particular thermal waters, for subsequent instrumental analysis of organic matter of medium volatility. The author outlines main steps of this process, which consist of concentrating the target compounds of interest in the sorbent, purifying them from impurities, and changing the initial matrix to a more suitable medium for chromatographic analysis. The main advantages of this method of sample preparation over traditional liquid-liquid extraction are the effective absorption of a large number of organic compounds and possibility to store them for a long time before analysis without changing their composition and concentration, using small sample volumes and organic solvents. Solid phase extraction is suitable for both in vitro and on-site water sampling applications, in this way making easier field investigations of hard-to-reach hot springs. This sample preparation method needs a laboratory and field setup, as well as a device for conditioning and elution of sorbents, their description also provided in this paper. It also presents the main results of a long-term study of medium volatile organic compounds in thermal and cold waters from geothermal fields in the Far East. The analysis was carried out by the solid phase extraction method with the use of silica gel (C18) sorbent cartridges and gas chromatography-mass spectrometry. For the first time, a wide range of organic compounds have been identified for these deposits, including alkanes, aromatic hydrocarbons, carboxylic acids and their esters in hot water. The origin of these components is related to thermocatalytic processes of biogenic organic residue transformation. Biogenic terpenes and steroids are widely spread in cold waters within geothermal field areas.

Keywords: solid-phase extraction, DSC-18 cartridge, organic matter, hydrothermal system, hydrocarbons, genesis.

Reference: Poturay V.A. Using solid phase extraction to study organic matter in hydrothermal systems in the Russian Far East. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 30–48. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-30-48.

Поступила в редакцию 30.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 631.41(571.621)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «НАДЕЖДИНСКАЯ» ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ)

В.А. Зубарев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: zubarev_1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6245-5401>

Оценено современное агрохимическое состояние заброшенных осушенных почв. Объектом исследования послужили осушенные залежные почвы мелиоративной системы «Надеждинская» Еврейской автономной области. Проведенные исследования показали, что на заброшенных осушенных почвах с увеличением возраста залежи наблюдается увеличение биоразнообразия. Отсутствие антропогенной деятельности на протяжении 15 лет сопровождается возобновлением древесного яруса. При долгом отсутствии сельскохозяйственной обработки почв происходит накопление растительной массы и разрастание корневых систем (на 5-летней залежи формируется слой дернины толщиной 4–5 см, на 15-летней залежи дерновый слой достигает глубины 10–15 см), что приводит к разрыхлению почвенных горизонтов. На 15-летних залежах наблюдается повышение содержания $C_{орг}$ по сравнению с пахотными землями. Наибольшее снижение значений $pH_{КСИ}$ отмечается в 15-летней залежной почве. По уровню солевой кислотности почвы, используемые в сельском хозяйстве, относятся к нейтральным. В 5- и 15-летних залежах выявлено уменьшение показателей $pH_{КСИ}$ до слабокислых значений, что является результатом прекращения агрохимических мероприятий. В почве под лесом реакция среды кислая. Исследования подвижных форм фосфора и калия показали, что на пашне, засеянной соей, обеспеченность почв P_2O_5 – средняя, а K_2O – очень высокая. На заброшенных длительное время землях происходит уменьшение концентраций фосфора до низкого содержания, калия – до среднего. Возможно, данные процессы обусловлены увеличением гидроморфизма при деградации осушительной системы, подтверждением этому должны послужить дальнейшие исследования.

Ключевые слова: Среднеамурская низменность, осушительная мелиорация, гумус, структурный состав.

Образец цитирования: Зубарев В.А. Оценка современного состояния разновозрастных залежных осушенных почв (на примере осушительной системы «Надеждинская» Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 49–56. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-49-56.

Введение

В современный период одной из важных государственных задач, способствующих рациональному использованию земель, является возврат залежных земель во вторичный сельскохозяйственный оборот [14]. Данная проблема актуальна для Еврейской автономной области [10, 19]. Сельскохозяйственные почвы Еврейской автономной области из-за периодических паводков

и заболоченности осваивались для земледелия с трудом и большими затратами средств. После проведения комплекса осушительных работ во второй половине прошлого столетия данная территория стала одной из основных житниц Дальнего Востока. В результате реализации программ мелиорации к 1990 г. на территории автономии было осушено более 80 тыс. га земель, практически все они использовались в сельскохозяйственном про-

изводстве, но после распада СССР большая часть осушенных сельскохозяйственных угодий была заброшена [9]. На необрабатываемых системах происходит зарастание бесхозных почв мелколистным лесом, местами развивается вторичное заболачивание [3, 6]. Усиление заболачивания почв связано не только с природно-климатическими условиями, но и с отсутствием технического ухода за системами и реконструкции дренажа [8, 18].

Освоение и включение новых целинных земель в сельскохозяйственный оборот требует огромных капиталовложений и значительных трудозатрат. Одним из приемов увеличения площадей пахотных угодий может стать возвращение долгое время неиспользуемых в сельском хозяйстве осушенных земель в аграрный оборот [7].

Вопросы экологической оценки залежных осушенных почв на территории Среднеамурской низменности при повторном вовлечении в сельскохозяйственное использование остаются малоизученными.

Цель работы – оценка современного агрохимического состояния разновозрастных залежных осушенных почв на примере мелиоративной системы «Надеждинская» Еврейской автономной области.

Объекты и методы

Район исследования расположен на юге ЕАО, представляет собой обширную межгорную впадину, характеризующуюся сложным геологическим строением. Она образовалась благодаря аккумулятивным процессам озерно-речного генезиса, в результате которых в течение среднего и верхнего плейстоцена на поверхности сформировались песчано-суглинистые отложения [8].

Для исследования выбрана мелиоративная система «Надеждинская» площадью 2052 га, осушенная в 1975 г. глубоким дренажем (глубина каналов 1,5–2 м) с открытыми собирателями трапецеидальной формы с расстоянием между каналами 100 м (рис.). Согласно данным ФГБУ Биробиджан-мелиоводхоз по состоянию на 2023 г. фактический износ системы составляет более 70%.

Участок осушения по административному положению относится к Биробиджанскому району Еврейской автономной области и расположен к западу от с. Надеждинское, непосредственно примыкая к нему. В геоморфологическом отношении участок расположен на территории Среднеамурской депрессии и представляет собой первую надпойменную террасу р. Биры, сложенную верхнечетвертичными аллювиальными отложениями:

глинами, суглинками, супесями. Рельеф носит выраженный характер древней поймы и изобилует многочисленными аккумулятивными возвышенностями на основной изучаемой территории. Уклон местности слабый с общим направлением на юго-запад. Северо-восточная часть участка представляет собой современную пойму, затапливаемую ежегодно водами р. Биры, за исключением возвышенностей, занятых широколиственным лесом. На этом участке расположены пади, имеющие узкую вытянутую форму с направлением к р. Бире (на востоке участка). По падам во время паводков вода заходит на участок.

Почвенный покров осушительной системы (пашня и залежи) представлен луговыми глеевыми почвами, сформированными под разнотравно-осоково-вейниковыми кочковатыми лугами на слабоприподнятых с небольшими уклонами участках.

Для сравнения (не в качестве контроля) исследованы образцы ненарушенной почвы. Использовался расположенный рядом с осушительной системой участок леса как устойчивое сообщество, находящееся в равновесном состоянии, к которому могут стремиться осушенные участки в процессе восстановительных сукцессий. Почвы под лесным массивом (рис. 1, точка 4) относятся к бурым лесным, которые на изучаемой территории формируются под дубовыми и смешанными широколиственными лесами на повышенных участках.

С каждого полигона 10 × 10 м (пашня (точка 1), залежь 5 лет (точка 2), залежь 15 лет (точка 3) и лесного участка (точка 4)) отобрали по 5 образцов из пахотного горизонта (0–20 см) методом конверта (ГОСТ 28168-89), итого 20 образцов. При определении мест закладки площадок выбирали однородный участок, наиболее полно характеризующий фитоценоз. Для описания растительности полигонов применяли стандартные геоботанические методы [15].

Агрохимические свойства почвы изучали с использованием следующих методов: содержание органического углерода ($C_{орг}$) – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-2021), pH_{KCl} – потенциметрически по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова (ГОСТ Р54650-2011).

Результаты и обсуждение

После прекращения использования осушенных сельскохозяйственных земель одним из индикаторов состояния почвенного покрова является видовой состав растительных сообществ [1, 2, 14, 16]. Основные характеристики растительных со-

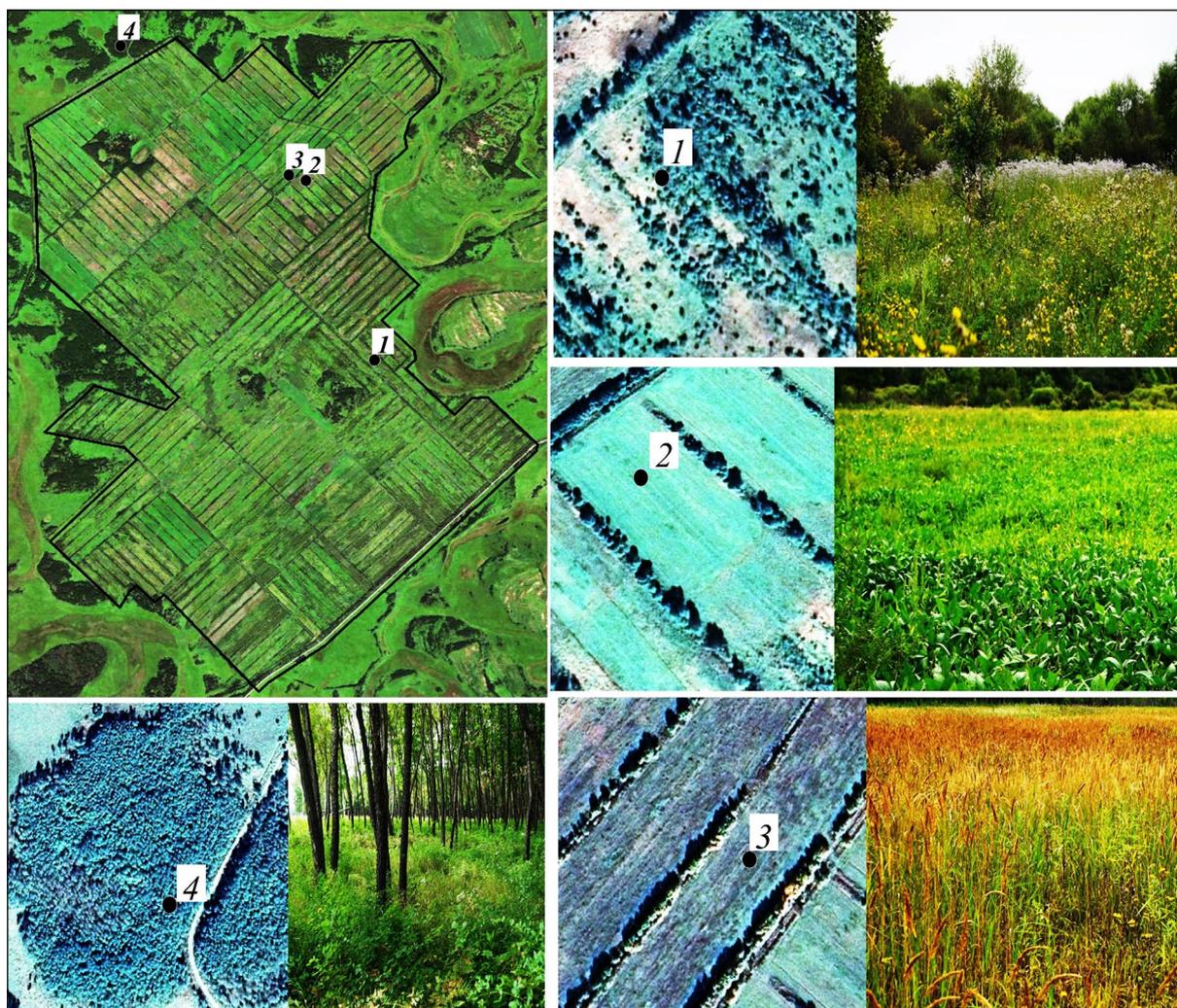


Рис. Осушительная система «Надеждинская»:
1 – пашня, 2 – залежь 5 лет, 3 – залежь 15 лет, 4 – лес

**Fig. 1. Drainage system «Nadezhdinskaya»: 1 – arable land,
 2 – 5 years after abandonment, 3 – 15 years after abandonment, 4 – forest**

обществ на изучаемых залежных участках приведены в табл. 1.

Пашня засеяна соей (*Glycine max*) семейства Fabaceae, кроме того, произрастает сорная растительность, среди которой доминируют растения семейства Asteraceae (полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) и ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)), встречаются представители семейства Rosaceae (репешок аптечный (*Argemone eupatoria* L.)) и Fabaceae (горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)).

На молодых **5-летних залежах** основу растительного сообщества формирует семейство Asteraceae (девясил японский (*Inula japonica* Thunb.),

одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), полынь побегоносная (*Artemisia stolonifera* (Maxim.) Kom.), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.). Кроме того, на этих залежах произрастают представители семейства Poaceae (вейник Лангсдорфа (*Calamagrostis Langsdorffii* (Link) Trin.) и щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.)); Fabaceae (горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)); Scrophulariaceae (зубчатка обыкновенная (*Odontites vulgaris* Moench (*O. rubra* (Baumg.) Opiz)), а также Rosaceae (земляника восточная (*Fragaria orientalis* Losinsk.)). Общее проективное покрытие травостоя не превышает 60%.

Показатель	Точка отбора проб			
	пашня	залежь 5 лет	залежь 15 лет	лес
Координаты	48°19'15.09" N, 133°08'20.98" E	48°18'57.86" N, 133°08'00.11" E	48°18'00.08" N, 133°08'22.79" E	48°19'42.01" N, 133°06'28.50" E
Сообщество	Злаковое (посев сои)	Злаково- разнотравное	Разнотравное с включением подроста ивы и тополя	Черноберезово- дубовый лес
Почва	Луговая глеевая			Бурая лесная глеевая
Общее видовое богатство, число видов	4	10	26	18
Уровень грунтовых вод, м	0,7	0,6	0,5	0,7

Растительность **15-летней залежи** отличается гораздо большим разнообразием в видовом составе по сравнению с пашней и пятилетней залежью. Общее проективное покрытие трав повышается до 90%. Здесь преобладают растения семейств Asteraceae (девясил японский (*Inula japonica* Thunb.), лагедиум сибирский (*Lagedium sibiricum* (L.) Sojak), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), полынь Арги (*Artemisia argyi* Levl. et Vaniot), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), полынь побегоносная (*Artemisia stolonifera* (Maxim.)), сосюрея амурская (*Saussurea amurensis* Turcz.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.)); Fabaceae (горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), клевер люпиновый (*Trifolium lupinaster* L.)); Poaceae (вейник Лангсдорфа (*Calamagrostis Langsdorffii* (Link) Trin.), тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)); Apiaceae (дудник даурский (*Angelica dahurica* (Fisch.)); Parnassiaceae (белозор болотный (*Parnassia palustris* L.)); Ranunculaceae (василистник амурский (*Thalictrum amurense* Maxim.)); Rosaceae (кровохлебка мелкоцветная (*Sanguisorba parviflora* (Maxim) Takeda)); Scrophulariaceae (зубчатка обыкновенная (*Odontites vulgaris* Moench)). Отсутствие антропогенной деятельности на протяжении 15 лет сопровождается возобновлением древесного яруса на этом участке. Появляется под-

рост древесных (от 50 см до 2.5 м) представителей семейств Salicaceae (ивы козьей (*Salix caprea* L.), ивы Шверина (*Salix Shwerinii* E.L. Wolf), ивы Пьеро (*Salix pierotii* Miq), тополя душистого (*Populus maximowiczii suaveolens* Fisch.), тополя дрожащего (осины) (*Populus tremula* L.); Betulaceae (березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.)); Ulmaceae (ильма низкого (*Ulmus pumila* L.)).

Естественная растительность представлена широколиственным черноберезово-дубовым лесом 50-летнего возраста, в котором произрастают следующие виды растений: древесно-кустарниковый ярус – береза даурская (*Betula davurica* Pall.), дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb), лещина маньчжурская (*Corylus mandshurica* Maxim. in Rupr. et Maxim.), леспедеца двуцветная (*Lespedeza bicolor* Turcz.) и бузина кистевидная (*Sambucus racemosa*). Формула древостоя: 7Дм2Бч1Тд, общая сомкнутость крон – 80%, средняя высота – 21 м. Лианы – виноград амурский (*Vitis amurensis* Rupr.), лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.), ломонос бурый (*Clematis fusca* Turcz.). В травяном покрове преобладает семейство Asteraceae (астра татарская (*Aster tataricus* L. f.), девясил японский (*Inula japonica* Thunb.), деллингерия шершавая (*Doellingeria scabra* (Thunb.) Nees), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.); Fabaceae (горошек мышиный (*Vicia cracca* L.)); Dennstaedtiaceae

Отбор проб	C _{орг} , %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг почвы	
Пашня	2,4 ± 0,1	6,8 ± 0,2	78,3 ± 2,8	250,0 ± 12,3
Залежь 5 лет	3,5 ± 0,1	5,5 ± 0,1	56,9 ± 1,6	119,3 ± 16,2
Залежь 15 лет	4,6 ± 0,3	5,3 ± 0,2	47,0 ± 2,1	96,1 ± 8,0
Лес	2,7 ± 0,4	4,3 ± 0,5	14,0 ± 0,6	21,5 ± 5,3

Примечание: после знака ± указано среднее квадратичное отклонение

(орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn)); Convallariaceae (купена приземистая (*Polygonatum humile* Fisch. ex. Maxim), ландыш Кейске (*Convallaria keiskei* Miq.)); Ranunculaceae (ветрочник удский (*Anemonoides udensis* (Holub))); Scrophulariaceae (зубчатка обыкновенная (*Odonites vulgaris* Moench (*O. rubra* (Baumg.) Opiz)).

Таким образом, на заброшенных осушенных почвах с увеличением возраста залежи происходит увеличение биоразнообразия. Отсутствие антропогенной деятельности на протяжении 15 лет сопровождается возобновлением древесного яруса на этом участке. Во вторичном лесу происходит сокращение видового разнообразия, что обусловлено исчезновением светолюбивой растительности под сомкнутыми кронами. В отличие от 15-летней залежи сукцессия вторичного леса находится в равновесном состоянии. Можно прогнозировать уменьшение биоразнообразия по мере перехода в равновесное состояние.

Морфологическое описание почвенных профилей показало, что, в отличие от современной пашни, на 5-летней залежи формируется слой дернины толщиной 4–5 см. На 15-летней залежи дерновый слой достигает 10–15 см, он обильно пронизан корнями, наблюдается большое количество дождевых червей. Уровень грунтовых вод на залежных землях проявляется на глубине 50 см. Под лесом наблюдается подстилка из опада листьев и травянистой растительности глубиной до 3–4 см, в иллювиальном горизонте встречается грибной мицелий, весь слой до 60 см пронизан корнями деревьев. Различия в морфологическом строении, которые наблюдались в профилях почв залежей разного возраста, обусловлены главным образом их исходной неоднородностью, а именно различиями положения в рельефе.

На разновозрастных осушенных залежных землях происходит изменение видового состава растительных сообществ, что, возможно, может привести к изменению агрохимических свойств почв. Данные лабораторных анализов (табл. 2) показали, что прекращение сельскохозяйственного использования на пахотных землях оказывает существенное влияние на содержание в них органического углерода (C_{орг}).

На 15-летней залежи наблюдается повышение содержания C_{орг} по сравнению с пахотными землями. При этом наибольшее увеличение солевой кислотности (pH уменьшается) наблюдается в 15-летней залежи. По уровню pH_{KCl} почвы, используемые в сельском хозяйстве, относятся к нейтральным. В 5- и 15-летних залежах выявлен

рост кислотности до слабокислых значений, что является результатом прекращения агрохимических мероприятий, и постепенное вымывание извести, которую в начале освоения внесли в почву. В бурой лесной глеевой почве под лесом реакция среды кислая.

Исследования содержания подвижных форм фосфора и калия показали, что на пашне, засеянной соей, обеспеченность почв P₂O₅ средняя, K₂O – очень высокая. На заброшенных длительное время землях происходит уменьшение концентрации фосфора до низких значений, калия – до средних. На обрабатываемых пахотных землях при отсутствии постоянного растительного покрова создаются условия, которые способствуют переходу неподвижных соединений калия и фосфора в подвижные формы при внесении разнообразных удобрений, а также при минерализации органического вещества [4, 5, 13].

Заключение

Проведенное исследование показало, что мелиорированные пахотные земли после выведения из сельскохозяйственного оборота вступают в длительный процесс самовосстановления. На заброшенных осушенных почвах с увеличением возраста залежи происходит увеличение биоразнообразия. Отсутствие антропогенной деятельности на протяжении 15 лет сопровождается возобновлением древесного яруса. При долгом отсутствии сельскохозяйственной обработки почв происходит накопление растительной массы и разрастание корневых систем (на 5-летней залежи формиру-

ется слой дернины толщиной 4–5 см, на 15-летней залежи дерновый слой достигает глубины 10–15 см), что приводит к разрыхлению почвенных горизонтов, а также уменьшению уплотнения почвенных слоев. На 15-летних залежах наблюдается повышение содержания органического углерода по сравнению с пахотными землями. При этом наибольшее сокращение значений солевой кислотности отмечается в 15-летней залежной почве. По уровню солевой кислотности почвы, используемые в сельском хозяйстве, относятся к нейтральным. В 5- и 15-летних залежах выявлено уменьшение pH_{KCl} до слабокислых значений, что является результатом прекращения агрохимических мероприятий. В почве под лесом реакция среды кислая. Исследования содержания подвижных форм фосфора и калия показали, что на пашне, засеянной соей, обеспеченность почв P_2O_5 – средняя, а K_2O – очень высокая. На заброшенных длительное время землях происходит уменьшение концентраций фосфора до низкого содержания, калия – до среднего. Возможно, данные процессы обусловлены увеличением гидроморфизма при деградации осушительной системы. Ответ на данный вопрос могут дать дальнейшие исследования.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Почикалов А.В., Кудеяров В.Н. Физические свойства и изменение запасов углерода серых лесных почв в ходе постагрогенной эволюции (юг Московской области) // Почвоведение. 2017. № 3. С. 345–353. DOI: 10.1134/S1064229317030024.
2. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес Де Гереню В.О., Овсепян Л.А., Телеснина В.М., Цветкова Ю.Д. Изменение агрегатного состава различных типов почв в ходе залежной сукцессии // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. № 88. С. 47–74. DOI: 10.19047/0136-1694-20177-88-47-74.
3. Бакшеева Е.О., Ростовцева Т.И., Морозов А.С. Особенности зарастания древесной растительностью неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Вестник КрасГАУ. 2017. № 10. С. 100–107.
4. Бембеева О.Г., Джапова Р.Р. Восстановительная сукцессия залежных земель в пустынной зоне Калмыкии // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1–5. С. 1195–1198.
5. Бурдуковский М.Л., Перепелкина П.А. Агро-экологическое состояние почв и восстановление растительности в залежных экосистемах // Биота и среда природных территорий. 2022. Т. 10, № 2. С. 28–36. DOI: 10.37102/2782-1978_2022_2_3.
6. Горохова И.Н., Чурсин И.Н., Хитров Н.Б., Панкова Е.И. Распознавание сельскохозяйственных угодий по космическим снимкам // Экосистемы: экология и динамика. 2021. Т. 5, № 3. С. 5–33.
7. Джабраилова Б.С. Возможности вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в регионах СЗФО // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11. С. 56–66. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-56-66.
8. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваева и др. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
9. Зубарев В.А., Мажайский Ю.А. Влияние осушения на изменение агрохимических свойств лугово-глеевых почв Среднеамурской низменности // Вестник РГАТУ. 2020. № 1. С. 33–37. DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.00.
10. Зубарева А.М., Зубарев В.А. Комплексная оценка потенциальной природной пожароопасности осушенных болот на территории Еврейской автономной области // Известия Томского политех. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332, № 5. С. 191–200. DOI: 10.18799/24131830/2021/05/3202.
11. Каракин В.П., Шейнгауз А.С. Земельные ресурсы бассейна реки Амур // Вестник ДВО РАН. 2004. № 4. С. 23–37.
12. Коротких Н.А., Власенко Н.Г. Влияние технологии No-till на содержание подвижных форм калия и фосфора в почве // Плодородие. 2015. № 3. С. 23–26.
13. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Швиденко А.З., Сапожников П.М. Изменение общего пула органического углерода в залежных почвах России в 1990–2004 гг. // Почвоведение. 2010. № 3. С. 361–368.
14. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Экологические проблемы агроландшафтов Рязанской области // Биосфера. 2019. Т. 11, № 3. С. 156–159. DOI: 10.24855/biosfera.v11i3.510.
15. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избр. работы. Л.: Наука, 1971. 610 с.
16. Телеснина В.М., Жуков М.А. Влияние способа сельскохозяйственного освоения на ди-

- намику биологического круговорота и ряда почвенных свойств в ходе постагрогенной сукцессии (Костромская область) // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1114–1129. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
17. Фетисов Д.М., Климина Е.М. Антропогенная трансформация геосистем Среднеамурской низменности: ретроспективный анализ // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 4. С. 60–65.
 18. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia // *Catena*. 2015. Vol. 129. P.18–29. DOI: 10.1016/j.catena.2015.02.016.
 19. Zubarev V.A., Mazhaysky Yu.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers // *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18, N 4. P. 2677–2686. DOI: 10.15159/AR.20.218.
- REFERENCES:
1. Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Pochikalov A.V., Kudeyarov V.N. Changes in physical properties and carbon stocks of gray forest soils in the southern part of Moscow region during postagrogenic evolution. *Pochvovedenie*, 2017, no. 3, pp. 345–353. (In Russ.). DOI: 10.1134/S1064229317030024.
 2. Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Ovsepyan L.A., Telesnina V.M., Tsvetkova Yu.D. Change in aggregate structure of various soil types during the succession of abandoned lands. *Byulleten' pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, 2017, no. 88, pp. 47–74. (In Russ.). DOI: 10.19047/0136-1694-20177-88-47-74.
 3. Baksheeva E.O., Rostovtseva T.I., Morozov A.S. The specificity of idle agricultural land colonization by arboreous plants. *Vestnik KrasGAU*, 2017, no. 10, pp. 100–107. (In Russ.).
 4. Bembeeva O.G., Djapova R.R. Recovering succession fallow lands in the desert area of Kalmykia. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2012, vol. 14, no. 1 (5), pp. 1195–1198. (In Russ.).
 5. Burdukovskii M.L., Perepelkina P.A. Agroecological state of soils and vegetation recovery in fallow ecosystems. *Biota i sreda prirodnnykh territorii*, 2022, vol. 10, no. 2, pp. 28–36. (In Russ.). DOI: 10.37102/2782-1978_2022_2_3.
 6. Gorokhova I.N., Chursin I.N., Khitrov N.B., Pankova E.I. Agricultural lands identification on the satellite imagery. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, 2021, vol. 5, no. 3, pp. 5–33. (In Russ.).
 7. Dzhabrailova B.S. Opportunities to involve unused agricultural land in the turnover in the regions of the Northwestern federal district. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2021, no. 11, pp. 56–66. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-56-66.
 8. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A. The Effects of Drainage on the Change of the Agrochemical Properties of Meadow-Gley Soils of the Middle Amur Lowland. *Vestnik RGATU*, 2020, no. 1 (45), pp. 33–38. (In Russ.). DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.00.
 9. Zubareva A.M., Zubarev V.A. Complex evaluation of potentially natural dried bog-associated fire hazards in the territory of the Jewish autonomous region. *Izvestiya Tomskogo Politekhnikeskogo Universiteta. Inzhiniring Georesursov*, 2021, vol. 332, no. 5, pp. 191–200. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2021/05/3202.
 10. Karakin V.P., Sheingauz A.S. Land resources of the Amur river basin. *Vestnik DVO RAN*, 2004, no. 4, pp. 23–37. (In Russ.).
 11. Korotkikh N.A., Vlasenko N.G. Effect of no-till technology on the contents of mobile potassium and phosphorus forms in the soil. *Plodorodie*, 2015, no. 3, pp. 23–26. (In Russ.).
 12. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Shvidenko A.Z., Sapozhnikov P.M. Changes in the organic carbon pool of abandoned soils in Russia (1990-2004). *Pochvovedenie*, 2010, no. 3, pp. 361–368. (In Russ.).
 13. *Dinamika sel'skokhozyaistvennykh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv* (Dynamics of Agricultural lands of Russia in XX century and Postagrogenic Restoration of vegetation and soils), D.I. Lyuri, S.V. Goryachkin, N.A. Karavaeva et al. Moscow: GEOS Publ., 2010. 416 p. (In Russ.).
 14. Mazhaysky Yu.A., Guseva T.M. Ecological problems of agricultural landscapes of Ryazan region. *Biosfera*, 2019, vol. 11, no. 3, pp. 156–159. (In Russ.). DOI: 10.24855/biosfera.v11i3.510.
 15. Ramenskii L.G. *Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova. Izbrannye raboty* (Problems and methods of studying vegetation cover. Selected works). Leningrad: Nauka Publ., 1971. 610 p. (In Russ.).
 16. Telesnina V.M., Zhukov M.A. The influence of agricultural land use on the dynamics of biological cycling and soil properties in the course of postagrogenic succession (Kostroma oblast). *Pochvovedenie*, 2019, no. 9, pp. 1114–1129. (In Russ.). DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.

17. Fetisov D.M., Klimina E.M. Anthropogenic changes of geosystems on the Middle Amur lowland: Retrospective analysis. *Regional'nye problemy*, 2015, vol. 18, no. 4, pp. 60–65. (In Russ.).
18. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. *Catena*, 2015, vol. 129, pp. 18–29. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
19. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers. *Agronomy Research*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 2677–2686. DOI: 10.13140/RG.2.2.24111.56484.

ASSESSMENT OF THE DIFFERENT-AGED FALL-LAYERED DRAINED SOILS CURRENT STATE (ON THE EXAMPLE OF THE NADEZHDESKAYA DRAINAGE SYSTEM IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION)

V.A. Zubarev

The article gives an assessment of the uneven-aged fallow drained soil current agrochemical state. The drained uneven-aged fallow meadow gley soils (Haplic Gleysols) of the Nadezhdinskaya drainage system at the Jewish Autonomous region have been researched by the author. The soils structural analysis was carried out with the dry sifting method use. Abandoned drained soils show a direct correlation between fallow age and biodiversity. The absence of anthropogenic activity for 15 years is accompanied by the tree layer growth resumption. With a long absence of agricultural cultivation of soils, there is an accumulation of plant mass and proliferation of root systems (on a 5-year fallow, a 4–5 cm thick turf layer is formed, on a 15-year fallow, the turf layer reaches a depth of 10–15 cm). This leads to loosening of soil horizons. On 15-year-old fallow lands, an increase in the humus content is observed as compared to arable land. At the same time, the greatest decrease in the values of salt and hydrolytic acidity is noted in the 15-year-old fallow soil. In terms of acidity, agricultural soils are neutral. In 5- and 15-year-old fallow lands, a decrease in acidity to slightly acidic values was revealed, which is the result of agrochemical measures cessation and acidifying effect of decomposing plant litter. In the soil under the forest, the soil reaction is acidic. Investigation of phosphorus and potassium mobile forms content in soils of arable land sown with soybeans shows an average value of P_2O_5 and very high value of K_2O . On long abandoned lands it is observed a decrease in phosphorus concentration to its low content, and in potassium – to an average one. Perhaps, these processes are due to hydromorphism increase at the drainage system degradation. Further studies of the drainage system will give us an answer to this question.

Keywords: Middle Amur Lowland, drainage melioration, humus, structural composition.

Reference: Zubarev V.A. Assessment of the different-aged fall-layered drained soils current state (on the example of the Nadezhdinskaya drainage system in the Jewish Autonomous Region). *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 49–56. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-49-56.

Поступила в редакцию 17.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 502.7(571.621)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ ПАРКА КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА Г. БИРОБИДЖАНА

В.Б. Калманова, Д.В. Жучков

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kalmanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5416-2230>;
e-mail: dmitriy.zhuchkov.2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7474-2910>

На примере единственного парка культуры и отдыха г. Биробиджана произведена оценка состояния дендрофлоры и предложены рекомендации по благоустройству его территории. В работе использовались инвентаризационные, аналитические и теоретические методы исследования. В ходе инвентаризационных работ был описан видовой состав деревьев, определены их возрастная структура, экологическое состояние. Всего было изучено более 2000 экземпляров древесных насаждений, отнесенных к 29 видам, из которых доминирует 4: ильм приземистый (18% от всех видов), ясень маньчжурский (16%), тополь душистый (13%) и береза плосколистная (7%). Оценка экологического состояния дендрофлоры показала, что 61% экземпляров относится к ослабленным, что связано с антропогенными и природными факторами, старовозрастностью и иными причинами. Отмечено, что 27% деревьев являются аварийными и требуют удаления и замены; 12% характеризуются хорошим экологическим состоянием, их возраст не превышает 20 лет.

Полученные в работе результаты послужили основой для подготовки рекомендаций профильным организациям по улучшению ситуации с дендрофлорой городского парка, например: санитарная обрезка, корчевание пней, увеличение количества декоративных кустарников, систематический уход и др.

Ключевые слова: дендрофлора, экологическое состояние, зеленые насаждения, урбанизированная территория, парк, функциональная значимость, благоустройство, принципы озеленения, Биробиджан.

Образец цитирования: Калманова В.Б., Жучков Д.В. Экологическая оценка современного состояния дендрофлоры парка культуры и отдыха г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 57–71. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-57-71.

Введение

Современные города представляют собой центр сосредоточения промышленных, экономических и культурных ресурсов. Процессы, сопровождающие развитие городов, имеют различную направленность и степень воздействия, но при этом характеризуются сходными тенденциями, которые проявляются в ухудшении состояния атмосферного воздуха, деградации водных ресурсов, сокращении площади территорий, используемых в рекреационных целях, неблагоприятном изме-

нении микроклимата и т.д. Возросшие объемы жилищного строительства и, в частности, уплотнительная городская застройка местности приводят к ухудшению социальной и инженерной инфраструктуры, городских условий и возрастанию рекреационной нагрузки на имеющиеся зеленые зоны отдыха.

Центрами стабилизации в условиях городской среды преимущественно являются озелененные территории общего пользования: парки, сады, скверы, набережные и иные рекреационно-при-

родные территории, которые представляют собой функциональный и структурный элемент экологического каркаса города [1, 3–6, 11, 15, 18, 19, 21, 22, 28]. Особое значение в этом направлении принадлежит парковым пространствам, которые являются ядрами экологического каркаса города [17]. Парковые зоны способствуют улучшению качества воздуха, служат средой обитания и развития представителей флоры и фауны, а также они способствуют сплочению городского населения и повышению качества его жизни. Выполнение перечисленных функций возможно только за счет надлежащего состояния дендрофлоры и правильно подобранного, с экологической точки зрения, видового состава [3, 4, 8, 22, 26].

Городское хозяйство Биробиджана в настоящее время представляет собой исторически сложившийся комплекс производственных, административных и жилых зон, объектов систем жизнеобеспечения, транспортных развязок, инженерных коммуникаций и в различной степени преобразованных естественных ландшафтов и их компонентов, в том числе зеленых насаждений. Сочетание этих элементов формирует в городе экологическое пространство среды жизни людей. Природные компоненты в нем выполняют компенсаторную роль, поскольку способствуют снижению негативного воздействия других элементов экосистемы города [20]. Система городских зеленых насаждений включает озелененные территории общего, специального и ограниченного пользования. В настоящее время их общая площадь в Биробиджане составляет 42 км² (25% от общей площади города) [5, 7, 8]. В пределах городской застройки выявлено недостаточное количество зеленых насаждений, на человека приходится 4 м², что ниже установленного норматива в 5 раз [8]. Кроме того, отмечено недостаточное количество благоустроенных общественных озелененных территорий (парков должно быть не менее 3 в городе) [4, 7, 8]. Согласно положениям нормативных документов [24, 25], парки и скверы должны быть наиболее озелененными – не менее 70–75% от общей площади территории, а также обладать должным уровнем благоустройства и определенным видовым составом насаждений в зависимости от назначения функционального участка. Также должны быть соблюдены количественные нормы древесных насаждений из расчета на 1 га местности – 200–300 деревьев, 1200–1300 кустарников.

В состав общественных озелененных территорий Биробиджана входит единственный городской парк культуры и отдыха, располагающийся

в городском центре. Его формирование началось с 1934 г. по инициативе жителей, на постоянной основе проводились мероприятия по его благоустройству. В настоящее время территория парка на 60% покрыта естественными насаждениями, представляющими растительную формацию долинных лесов. Преобладающими видами являются тополь душистый, ясень маньчжурский, ивы Шверина и росистая, ильмы приземистый и долинный. Также встречаются отдельно стоящие деревья – бархат амурский, боярышник даурский, береза даурская, черемуха обыкновенная, рябина амурская и др. Насаждения парка с течением времени стали очень густыми, что делает их менее привлекательными. Экологическое состояние дендрофлоры в динамике с 2017 года ухудшилось, выявлены аварийные деревья (суховершинные, поврежденные энтомофитофагами, механическими воздействиями, старовозрастные). Следует подчеркнуть, что декоративных (цветущих) древесных насаждений на территории мало – единично встречаются черемуха обыкновенная, рябина амурская, липа амурская, боярышник даурский и др. [8].

Учитывая вышесказанное, в работе поставлена цель – оценка экологического состояния дендрофлоры парка культуры и отдыха для разработки рекомендаций по оптимизации экологической стратегии его развития.

Объект и методы исследования

Объектом исследования в работе являются зеленые насаждения, произрастающие на территории парка культуры и отдыха г. Биробиджана (ПКиО). Инвентаризация древесных насаждений парка проводилась после его реконструкции в весенне-летний полевой сезон 2024 г. сотрудниками лаборатории геологических и геоэкологических исследований в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, тема № 1021062311241-6-1.6.20;1.6.22;1.6.15;1.15.12. Стоит отметить, что в 2017 г. в ПКиО уже проводились подобные работы по проекту губернатора Еврейской автономной области «Приоритетные направления развития региона» [8].

Проведение инвентаризации древесных насаждений парка осуществлялось с помощью разработанного паспорта объекта на основе существующих методик [13, 14]. Пересчетная ведомость включала следующие характеристики: дата исследования, расположение парка, площадь исследуемой территории, наименование породы, возраст, диаметр и высота ствола, экологическое

состояние [2]. Особое внимание уделялось причинам, приводящим к ухудшению жизненного состояния деревьев – механические повреждения, рекреационное воздействие, биологическое поражение и др.

В ходе полевых исследований было оценено более 2000 деревьев и дана визуальная оценка их экологическому состоянию по видоизмененной шкале Е.Г. Мозолевской [5, 16]. Видоизменение заключалось в том, что 6-балльная шкала, которая использовалась для оценки экологического состояния деревьев в крупных городах (например, в Москве), была адаптирована для Биробиджана и сокращена до 5-балльной, а также показана возможность ее использования для оценки не только лиственных, но и хвойных пород (табл. 1).

По итогам оценки состояние насаждений определялось как:

«хорошее» (менее 2 баллов) – растения здоровые с правильной, хорошо развитой кроной, без существенных повреждений; газоны без пролысин и с хорошо развитым травостоем – стриже-

ным или луговым, цветники без увядших растений и их частей;

«удовлетворительное» (от 2,1 до 3) – растения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.; кустарник без сорняков, но с наличием поросли; газон с небольшими пролысинами, малоухоженным травостоем; цветники с наличием увядших частей растений;

«неудовлетворительное» (от 3,1 до 4,1) – древостой с неправильно и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями и ранениями, с зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни; кустарники с наличием поросли и отмерших частей, с сорняками; газоны с редким, вымирающим, полным сорняков травостоем; цветники с большими выппадами цветов, увядших растений и их частей;

«весьма неудовлетворительное» (более 4,2) – древостой со слабо развитой кроной, со значительными повреждениями (более 70%) энто-

Таблица 1
Шкала оценки экологического состояния дендрофлоры в условиях городской среды

Table 1

Scale for assessing the ecological state of dendroflora in urban environments

Состояние деревьев (балл)	Оценка, балл	Основные признаки	Дополнительные признаки
1 – без признаков ослабления	Менее 1,7	Листва зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный.	Небольшие механические повреждения (до 1%).
2 – ослабление в кроне (до 25% сухих ветвей)	1,8–2,5	Листва зеленая; крона слабожурная, прирост нормальный.	Местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения, единичные водяные побеги.
3 – ослабленные (сухих ветвей 26–53%)	2,6–3,3	Листва мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена, прирост ослаблен по сравнению с нормальным.	Признаки предыдущей категории выражены сильнее. Попытки поселения стволовых вредителей, сокотечение и водяные побеги на стволе и ветвях, хлорозы и некрозы (до 40%).
4 – усыхающие сухокронные (в кроне более 54% сухих ветвей)	3,4–4,1	Листва светлее или желтее обычной, преждевременно опадает или увядает, крона сильно изрежена.	На стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, буровая мука); обильные водяные побеги, хлорозы и некрозы (от 40 до 77 %).
5 – сухостой прошлых лет	Более 4,2	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, часть ветвей опала, кора разрушена.	На стволе, ветвях и корневых лапах признаки заселения стволовыми вредителями и поражение грибами. Имеются вылетные отверстия насекомых на стволе, ветвях и корневых лапах; хлорозы и некрозы (более 77%).

мовредителями и болезнями, кустарники с наличием поросли и отмерших частей (более 70%), с сорняками; газоны с практически отсутствующим травостоем.

При определении видового состава деревьев использовался справочник «Дендрофлора Еврейской автономной области», в котором приводится информация о 128 видах древесных насаждений, а также нехарактерных для ЕАО древесных видах растений, используемых в озеленении населенных пунктов [23].

Результаты и обсуждения

В настоящее время площадь ПКиО занимает около 15 га. Исследуемая территория подразделяется на несколько функциональных зон: детскую игровую, культурно-массовых мероприятий, развлечений и аттракционов, прогулочно-маршрутную и территорию тихого отдыха [8].

В целом видовой состав дендрофлоры однотипный. В зеленом наряде парка доминируют 4 вида деревьев – ильм приземистый, ясень маньчжурский, тополь душистый, береза плосколистная (более 50% от всех видов дендрофлоры парковой зоны). На ильм приземистый приходится 18% от всех видов деревьев, на ясень маньчжурский – 16%, тополь душистый – 13%, березу плосколистную – 7%). Согласно проведенным исследованиям, в городском парке Биробиджана насчитывается 29 видов дендрофлоры (табл. 2).

С 2012 по 2016 гг. естественная растительность на территории парка сократилась более чем на 20% (строительство аттракционов, зданий под хранение спортивного инвентаря, спортивных площадок на месте зеленых зон). Сокращение площади озелененных территорий на 0,8 га произошло также в период с 2020 по 2023 гг. во время прокладки тротуарных и велосипедных дорожек, возведения спортивных площадок. На сегодняшний день площадь озеленения парка составляет 68%, что ниже установленной нормы в приведенных выше по тексту нормативных документах.

Посадочный материал на территории ПКиО в основном представлен подростом следующих видов: клены мелколистный и приречный, береза плосколистная, ильм приземистый и ель сибирская. В малых количествах высаживают ясень маньчжурский, дуб монгольский, кедр корейский, рябину амурскую.

Возраст большинства деревьев подходит к критическому. Среди дендрофлоры встречаются экземпляры суховершинные, сухостойные, пораженные гнилью и морозобойными трещинами, с обнажением корневой системы, что позволяет

считать их опасными для жизни горожан и целостности инфраструктуры (рис. 1, 2).

Отдельно отметим многочисленные механические повреждения на стволах деревьев (вкрученные металлические штыри для удержания светящихся развязок, вбитые гвозди, исцарапанная кора деревьев и мн. др.) (рис. 3).

На территории парка около 45% старовозрастных деревьев (25% – тополь душистый (более 50 лет), 11% – ильм приземистый (45–60 лет), 5% – бархат амурский (более 50 лет), 4% – дуб монгольский (более 60 лет)). В результате средоформирующие и средостабилизирующие функции зеленых насаждений снижаются. При обследовании парковой зоны города оказалось, что к категориям ослабленных и угнетенных растений относится более 60% всех деревьев.

Ответную реакцию на комплексное воздействие факторов среды в наибольшей степени отражает интегральный показатель – жизненное состояние древесных растений, который определяется степенью повреждения органов растений [7, 12, 13]. Характерные типы повреждений листьев, ствола и корней деревьев (гнили, деформации, некрозы, рак, ржавчина, усыхание, минирование, скелетирование, дырчатое и грубое обгрызание и т.д.) были проанализированы без соответствующей дифференциации их по источникам повреждений (табл. 3).

К основным повреждениям листьев относятся дырчатое и грубое обгрызание вредителями. Эти типы повреждений зафиксированы у 41% деревьев (от общего количества деревьев парковой зоны) при высокой степени поражения (17% листьев). Более устойчивые к обгрызанию оказались листья у ясеня маньчжурского и ивы Шверина. Листья тополя душистого достаточно сильно подвержены скелетированию. Средняя величина распространенности болезней и повреждений листьев, вычисленная как среднее арифметическое от всех зафиксированных для данной древесной породы болезней, у большинства видов составляет около 16%; средняя величина показателя развития болезней и повреждений не превышает 8%.

Среди болезней и повреждений стволов наиболее характерны наклоны и изгибы. Стволы существенно повреждаются и в результате механических воздействий, которые были отмечены у 76% деревьев (от общего количества деревьев парковой зоны): 34% – тополя душистого, 17% – ивы Шверина (наиболее характерны изгибы) и 14% березы плосколистной. В условиях регионального климата стволы деревьев достаточно ин-

Встречаемость видов природной дендрофлоры Еврейской автономной области в парке культуры и отдыха г. Биробиджана

Occurrence of the Jewish Autonomous region natural dendroflora species in the Birobidzhan culture and recreation park

№ п/п	Название видов	Частота встречаемости
1	Бархат амурский (<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.)	спорадически
2	Береза даурская, черная (<i>Betula davurica</i> Pall.)	спорадически
3	Береза плосколистная (<i>Betula platyphylla</i> Sukacz.)	часто
4	Боярышник даурский (<i>Crataegus dahurica</i> Koehne ex C.K. Schneid.)	редко
5	Боярышник Максимовича (<i>Crataegus maximowiczii</i> C.K. Schneid.)	редко
6	Дуб монгольский (<i>Quercus mongolic</i> Fisch. ex Ledeb.)	редко
7	Ель сибирская (<i>Picea obovata</i> Ledeb.)	спорадически
8	Жестер даурский (<i>Rhamnus davurica</i> Pall.)	редко
9	Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	редко
10	Ива росистая (<i>Salix rorida</i> Laksch.)	редко
11	Ива Шверина (<i>Salix schwerinii</i> E. Wolf.)	редко
12	Ильм (вяз) приземистый (<i>Ulmus pumila</i> L.)	часто
13	Ильм (вяз) японский, долинный (<i>Ulmus japonica</i> (Rehd.) Sarg.)	спорадически
14	Кедр корейский (<i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc.)	редко
15	Клен мелколистный (<i>Acer mono</i> Maxim.)	редко
16	Клен приречный (<i>Acer ginnala</i> Maxim.)	спорадически
17	Лиственница Каяндера (<i>Larix cajanderi</i> Mayr.)	редко
18	Липа амурская, средняя (<i>Tilia amurensis</i> Rupr.)	очень редко
19	Маакция амурская (<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim.)	редко
20	Ольха волосистая (<i>Alnus hirsut</i> (Spach) Fisch. ex Rupr.)	редко
21	Орех маньчжурский (<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.)	редко
22	Рябина амурская (<i>Sorbus amurensis</i> Koehne)	спорадически
23	Сирень амурская (<i>Syringa amurensis</i> Rupr.)	редко
24	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	редко
25	Тополь дрожащий (осина) (<i>Populus tremula</i> L.)	спорадически
26	Тополь душистый (<i>Populus suaveolens</i> Fisch.)	часто
27	Черемуха обыкновенная (<i>Padus avium</i> Mill.)	спорадически
28	Яблоня ягодная (<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.)	спорадически
29	Ясень маньчжурский (<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.)	часто



Рис. 1. Поражение ствола ясеня маньчжурского морозобойной трещиной

Fig. 1. Defeat of the Ash Manchurian trunk by a frost crack



Рис. 2. Обнажение ствола и гнили (ясень маньчжурский)

Fig. 2. Exposure of the trunk and rot (Ash Manchurian tree)

тенсивно повреждаются морозом, что способствует возникновению сухобочин, морозных трещин, проростей и дупел.

Морозными трещинами при этом особенно сильно повреждены стволы березы плосколистной – 8% обследованных деревьев, а также ясеня маньчжурского – 6%. Типичными повреждениями стволов ивы Шверина являются гнили (21% деревьев ивы). Это характеризует данную породу как одну из наиболее уязвимых к заболеваниям стволов. К основным повреждениям корней относится их обнажение (рис. 4). Распространенность этого явления у обследованных видов изменяется от 4% у ивы любого вида до 23% у тополя душистого. Вторыми по частоте встречаемости являются механические повреждения, составляющие от 3% у черемухи обыкновенной и до 4% у тополя душистого.

У большинства исследуемых видов в значительной степени зафиксированы такие патологические признаки, как водяные побеги на стволе: у тополя душистого – 43%, березы плосколистной – 21%; патологические формы ствола: у тополя душистого – 16%, ильма приземистого – 10%. Распространение дереворазрушающих грибов в парке связано с отсутствием профилактического



Рис. 3. Механические повреждения ствола ясеня маньчжурского

Fig 3. Mechanical damage of the Ash Manchurian tree trunk

Vital state of the Birobidzhan park dendroflora

Части растений и виды деревьев	Повреждения	Степень поражения в %
Листья		
Тополь душистый	Дырчатое и грубое обгрызание	41%
Береза плосколистная	Хлорозы и некрозы	27%
Ильм приземистый		
Тополь дрожащий	Скелетирование	16%
Ива Шверина	Скелетирование	
Стволы		
Тополь душистый	Механические воздействия	34%
Ива Шверина	Механические воздействия	17%
Береза плосколистная	Механические воздействия	14%
Бархат амурский	Механические воздействия	7%
Ясень маньчжурский	Механические воздействия	4%
Все виды (имелось ввиду, что все виды дендрофлоры поражаются морозоб. трещинами)	Морозные трещины	16%
Все виды ив	Гнили	41%
Корни		
Ясень маньчжурский	Обнажение	4%
Все виды ив	Обнажение	7%
Тополь душистый	Обнажение	23%
Тополь душистый, черемуха обыкновенная	Механическое воздействие	3–4%

ухода за насаждениями, а также несвоевременной уборкой пней (рис. 5).

Помимо названных выше причин, на состояние насаждений влияние также оказывает сильная загущенность посадок (рис. 6) и антропогенное воздействие – замусоренность территории, несанкционированный розжиг костров и пр. (рис. 7).

В результате проведенных исследований выявлено, что древостой парка находится в неудовлетворительном состоянии (более 60% деревьев, из них 27% имеют более 4,2 баллов по шкале оценки экологического состояния дендрофлоры, и их необходимо ликвидировать). Фрагмент результатов экологического анализа дендрофлоры отображен в табл. 4.

Таким образом, экологическое состояние древесной растительности определяется в основном как неудовлетворительное для 34% обследованных деревьев, весьма неудовлетворительное – 27%, удовлетворительное – 27%, хорошее – 12%. Улучшить данную ситуацию можно только реконструкцией и восстановлением зеленых на-

саждений, подбором растений с учетом их функциональной значимости, природных условий и рекреационной нагрузки. В целом оценка экологического состояния древостоя в городском парке указывает на необходимость проведения биотехнических мероприятий и разработки схемы ландшафтного планирования.

При разработке мероприятий по улучшению состояния древесных насаждений парка следует обратить особое внимание на сохранение их средоформирующей функции. Кроме того, парк является центральным ядром экологического каркаса, через который посредством формирования «зеленых» коридоров могут быть соединены зеленые массивы окрестностей города [5, 7, 11]. При выборе видового состава древесных насаждений важно учитывать природно-климатические особенности территории, ее планировочную структуру, а также экологические условия произрастания (освещенность, обеспеченность влагой, почвенные условия) [9]. При выборе видов деревьев для парковой зоны необходимо учитывать наличие местного по-



*Рис. 4. Механическое обнажение корней
ясеня маньчжурского в результате работ по
благоустройству (прокладка тротуаров)*

*Fig. 4. Mechanical damage of the Ash
Manchurian tree roots as a result
of landscaping (paving sidewalks)*



*Рис. 5. Повреждение коры и ствола
дерева энтомо вредителями и грибами*

*Fig. 5. Damage of the tree bark
and trunk by insect pests and fungus*

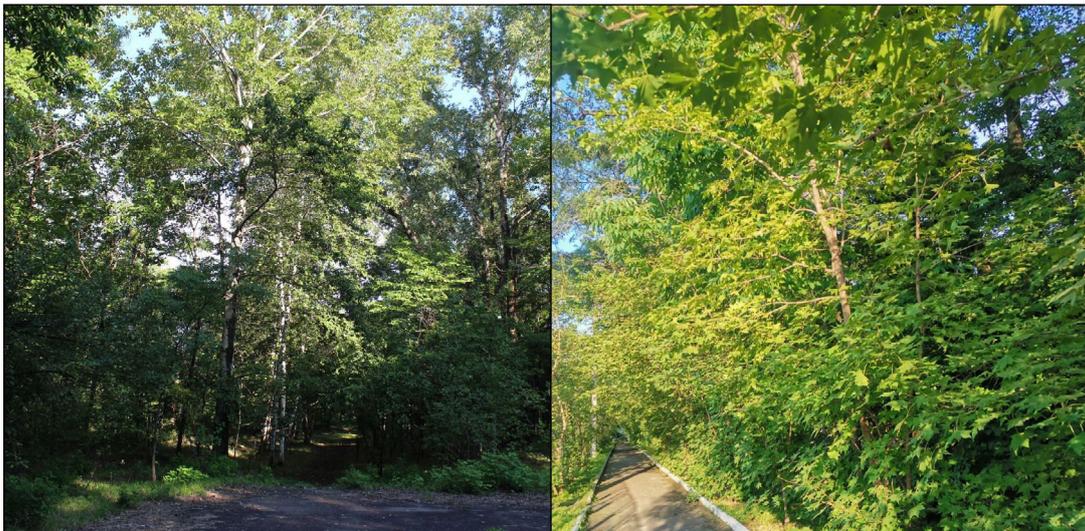


Рис. 6. Вид на загущенность посадок ПКиО

Fig. 6. View of the park green plantations density



Рис. 7. Несанкционированный розжиг костров на территории ПКиО

Fig. 7. Illegal bonfires lighting in the park

Характеристика экологического состояния дендрофлоры
на территории парка культуры и отдыха (фрагмент)

Таблица 4

Table 4

Estimation of the culture and recreation park dendroflora ecological state (fragment)

№	Виды деревьев	Экологическая оценка деревьев (по табл. 1)	Рекомендации
1.	Тополь душистый	5	Удаление дерева
2.	Ясень маньчжурский	4	Удаление веток
3.	Ильм приземистый	4	
4.	Ива росистая	4,5	
5.	Береза даурская	3	
6.	Ясень маньчжурский	5	Удаление дерева
7.	Береза плосколистная	5	Удаление дерева
8.	Орех маньчжурский	3	
9.	Ива росистая	2	
10.	Береза даурская	3	
11.	Ильм долинный	5	Удаление дерева
12.	Тополь душистый	5	Удаление дерева
13.	Орех маньчжурский	5	Удаление дерева
14.	Ива росистая	4	

№	Виды деревьев	Экологическая оценка деревьев (по табл. 1)	Рекомендации
15.	Тополь душистый	5	Удаление дерева
16.	Ива росистая	5	Удаление дерева
17.	Ива росистая	5	Удаление дерева
18.	Береза плосколистная	2,5	Удаление веток
19.	Ильм приземистый	5	Удаление дерева
20.	Рябина амурская	1	
21.	Береза плосколистная	1,5	
22.	Ель сибирская	5	Удаление дерева
23.	Ильм приземистый	5	Удаление дерева
24.	Тополь душистый	2,5	
25.	Ильм долинный	3,5	
26.	Ильм приземистый	3	
27.	Тополь душистый	3	
28.	Ильм приземистый	3	
29.	Клен мелколистный	1	
30.	Береза плосколистная	2	
31.	Ель сибирская	4	
32.	Черемуха обыкновенная	2	
33.	Черемуха обыкновенная	4	
34.	Ильм приземистый	5	Удаление дерева
35.	Черемуха обыкновенная	5	Удаление дерева
36.	Ясень маньчжурский	5	Удаление дерева
37.	Бархат амурский	5	Удаление дерева
38.	Ильм приземистый	3,5	Удаление веток
39.	Ива Шверина	3,5	Удаление веток
40.	Тополь душистый	5	Удаление дерева
41.	Бархат амурский	3,5	
42.	Ясень маньчжурский	3,5	
43.	Клен мелколистный	2	

садового материала (подрост деревьев), а также опыт высаживания, произрастания и приживаемости некоторых видов деревьев, завезенных из приморского лесопитомника, в сквере Первостроителей Биробиджана. Среди древесных пород можно предложить следующие: тополь пирамидальный, клены зеленокорый и ложнозибольдов, барбарис амурский, ели аянскую и сибирскую, пихту белокорую, жимолость Маака, карагану уссурийскую, пузыреплодники Диаболо и калинолистный, сирень широколистную и др. Увеличение видового состава древесных насаждений парка позволит использовать данную рекреационную зону для проведения экологических экскурсий, научных и культурных мероприятий, эстетического отдыха горожан.

Кроме того, в парке должны быть сохранены редкие и ценные виды деревьев, которые существенно расширяют на его территории видовое разнообразие – дуб монгольский, бархат амурский, береза даурская, липа амурская и др.

В парке необходимо провести следующие виды работ:

- расчистку от всходов и подроста древесных растений, которые нарушают планировочную структуру парка (тропинки, центральная игровая зона, спортивные площадки и др.);

- разреживание естественных насаждений деревьев за счет рассаживания подроста клена мелколистного и дуба монгольского, с учетом площадной закономерности произрастания видов дендрофлоры и в целях сохранения вида;

- санитарную обрезку сухих ветвей на лиственных и хвойных деревьях;

- удаление 27% аварийных деревьев (от всего количества деревьев в парке);

- корчевание пней, оставшихся после спила деревьев по всей территории парка, так как на них развиваются дереворазрушающие грибы, которые могут поразить живые деревья и кустарники;

- увеличение количества декоративных кустарников и деревьев согласно СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;

- уход за корневыми системами, так как зачастую наблюдается обнажение поверхностных корней, особенно у деревьев хвойных пород и старых лиственных экземпляров.

Помимо реализации традиционных мероприятий по поддержанию в надлежащем состоянии и уходу за древесно-кустарниковыми насаждениями, следует разработать систему управления

зеленой зоной парка, которая подразумевает: проведение долгосрочного мониторинга экологического состояния дендрофлоры, планирование и выполнение мероприятий по охране, обновлению и восстановлению зеленых территорий [6, 10, 11, 27]. Назрела необходимость проведения массовых озеленительных работ, включая посадку многочисленных древесных и кустарниковых насаждений, учитывая экологические особенности видов и функциональное назначение участка парка. Например, если это зона для тихого отдыха, то подойдут породы с раскидистой кроной, с помощью которой будут создаваться затенение и формироваться приятные микроклиматические характеристики для человека.

Заключение

На основании проведенных исследований были получены подробные сведения по экологическому состоянию дендрофлоры парка культуры и отдыха г. Биробиджана. Дана характеристика жизнеспособности зеленых насаждений, включающая основные показатели повреждения органов растений (хлорозы и некрозы, скелетирование листьев, морозные трещины и т.д.). В результате у 41% деревьев зафиксировано дырчатое и грубое обгрызание вредителями листьев; достаточно сильно подвержены скелетированию листья тополя душистого – 16% (от всего количества деревьев этого вида). Стволы существенно повреждаются в результате механических воздействий, которые были отмечены у 76% деревьев: 34% – тополя душистого, 17% – ивы Шверина, 14% – березы плосколистной и 7% – бархата амурского. Морозными трещинами сильно повреждены стволы березы плосколистной – 8% от обследованных деревьев. Типичными повреждениями стволов ивы Шверина являются гнили (21% от всего количества деревьев этого вида). Обнажение корней характерно для тополя душистого – до 23% (от всего количества деревьев этого вида). Кроме того, характерной особенностью зеленых насаждений парка является их старовозрастность (около 45% деревьев от их общего количества).

В целом экологическое состояние дендрофлоры на территории парка оценивается как неудовлетворительное – 34%, весьма неудовлетворительное – 27%, удовлетворительное – 27%, хорошее – 12%.

В целях улучшения сложившейся ситуации необходимо: формирование и преобразование системы зеленых насаждений; проведение компенсационных мероприятий в случае их потери (при

строительстве игровых, спортивных площадок, ликвидации старовозрастных и больных деревьев); целенаправленное увеличение количества здоровых зеленых насаждений. Кроме того, необходимо привлекать для озеленения парковой зоны высококвалифицированных специалистов по благоустройству городских территорий (озеленитель, ландшафтный дизайнер) совместно с научными сотрудниками – экологами.

В связи с этим первоначально следует создать программу озеленения парка для прекращения посадок без плана и теми видами, что есть под рукой, без учета природных и антропогенных условий.

Таким образом, работа раскрывает возможности интеграции предложенных разработок в общий блок перспективных направлений экологического планирования г. Биробиджана. Результаты работы представляют интерес для природоохранных служб, организаций по благоустройству города, например, «Облэнергоремонт», автономной некоммерческой организации «Институт развития территорий», администрации парка и города, а также могут служить обоснованием для последующей реализации мониторинга, принятия соответствующих мер по улучшению и сохранению экологического состояния дендрофлоры парка.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабурин А.А., Морозова Г.Ю. Оценка экологической значимости зеленых насаждений // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2009. № 3(14). С. 63–70.
2. Багинский В.Ф. Опыт определения возраста древостоя при проведении лесоводственных исследований // Проблемы лесоведения и лесоводства. 2002. Вып. 55. С. 161–168.
3. Жучков Д.В., Фетисов Д.М. Оценка индикаторов устойчивого развития города Биробиджана: озелененные пространства // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 2. С. 23–36. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-23-36.
4. Злобин Д.В. Формирование зеленой инфраструктуры города // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2024. № 2 (782). С. 121–135. DOI: 10.32683/0536-1052-2024-782-2-121-135.
5. Калманова В.Б. Анализ формирования зеленого каркаса в планировочной структуре г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2019. Т. 22, № 3. С. 70–77. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-3-70-77.
6. Калманова В.Б. Основные мероприятия по оптимизации системы мониторинга экологического состояния средних и малых городов (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 69–73.
7. Калманова В.Б. Экологический каркас урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18, № 2 (2). С. 385–388.
8. Калманова В.Б. Экологическое состояние дендрофлоры парка культуры и отдыха г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2017. Т. 20, № 1. С. 19–26.
9. Калманова В.Б., Матюшкина Л.А. Карта почвенно-экологических условий города Биробиджана (Еврейская автономная область): структура и содержание // Геодезия и картография. 2011. № 9. С. 49–54.
10. Конашова С.И. Состояние насаждений в городских парках // Вестник БГАУ. 2012. № 2. С. 62–65.
11. Концепция озеленения Хабаровска / Морозова Г.Ю., Нарбут Н.А., Бабурин А.А. и др. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2003. 38 с.
12. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
13. Маслов Н.В. Градостроительная экология. М.: Высшая школа, 2002. 284 с.
14. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. М., 1997. 7 с.
15. Мирзеханова З.Г., Нарбут Н.А. Экологические основы организации городских территорий (на примере Хабаровска) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 4. С. 111–120.
16. Мозолевская Е.Г., Белова Н.К. Методы оценки состояния деревьев и насаждений // Мониторинг состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы. М.: МГУ леса, 1998. С. 17–39.
17. Морозова Г.Ю. Развитие парковых пространств как элемента планирования устойчивого города // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 2. С. 54–59. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-54-59.
18. Морозова Г.Ю., Дебелая И.Д. Анализ проблем озеленения современного города (на примере Хабаровска) // Вестник ДВО РАН. 2018. № 4 (200). С. 38–48.
19. Морозова Г.Ю., Дебелая И.Д. Зеленая инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска // Экономика региона. 2018. Т. 14, № 2. С. 562–574. DOI: 10.17059/2018-2-18.
20. Морозова Г.Ю., Злобин Ю.А., Мельник Т.И. Растения в урбанизированной природной сре-

де: формирование флоры, ценогенез и структура популяций // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64, № 2. С. 166–180.

21. Нарбут Н.А. Экологические показатели устойчивого развития // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 51–53. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-51-53.
 22. Ревич Б.А. Значение зеленых пространств для защиты здоровья населения городов // Анализ риска здоровью. 2023. № 2. С. 168–185. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.17.
 23. Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с.
 24. СП 475.1325800.2020. Свод правил. Парки. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564612858> (дата обращения: 28.08.2024).
 25. СП 82.13330.2016 Свод правил. Благоустройство территорий. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054208> (дата обращения: 27.08.2024).
 26. Устойчивое городское и пригородное лесное хозяйство, основанное на природных принципах комплексное и инклюзивное решение в интересах «зеленого» восстановления и устойчивых, здоровых и жизнестойких городов: аналитическая записка. URL: <https://unesc.org/info/publications/pub/373690> (дата обращения: 08.08.2024).
 27. Шихова Н.С. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока: монография / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова. Владивосток: Дальнаука, 2006. 236 с.
 28. Forman R.T.T. Urban ecology: science of cities. Cambridge University Press, 2014. 480 p.
- REFERENCE:
1. Baburin A.A., Morozova G.Yu. Assessment of the ecological significance of green spaces. *Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 3(14), pp. 63–70. (In Russ.).
 2. Baginsky V.F. The experience of determining the age of a stand during forestry research. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva*, 2002, no. 55, pp. 161–168. (In Russ.).
 3. Zhuchkov D.V., Fetisov D.M. Assessment of indicators of sustainable development of the city of Birobidzhan: green spaces. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 23–36. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-23-36.
 4. Zlobin D.V. Formation of the green infrastructure of the city. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*, 2024, no. 2 (782), pp. 121–135. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2024-782-2-121-135.
 5. Kalmanova V.B. Analysis of the formation of a green framework in the planning structure of Birobidzhan. *Regional'nye problemy*, 2019, vol. 22, no. 3, pp. 70–77. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-3-70-77.
 6. Kalmanova V.B. Main measures to optimize the monitoring system of the ecological state of medium and small towns (on the example of Birobidzhan). *Regional'nye problemy*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 69–73. (In Russ.).
 7. Kalmanova V.B. Ecological framework of urbanized territories (on the example of Birobidzhan). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, 2016, vol. 18, no. 2 (2), pp. 385–388. (In Russ.).
 8. Kalmanova V.B. The ecological state of the dendroflora of the Birobidzhan Culture and Recreation Park. *Regional'nye problemy*, 2017, vol. 20, no. 1, pp. 19–26. (In Russ.).
 9. Kalmanova V.B., Matyushkina L.A. Map of soil and environmental conditions of the city of Birobidzhan (Jewish Autonomous Region): structure and content. *Geodeziya i kartografiya*, 2011, no. 9, pp. 49–54. (In Russ.).
 10. Konashova S.I. The state of plantings in urban parks. *Vestnik BGAU*, 2012, no. 2, pp. 62–65. (In Russ.).
 11. *Kontseptsiya ozeleneniya Khabarovska* (The concept of landscaping Khabarovsk), G.Yu. Morozova, N.A. Narbut, A.A. Baburin et al. Khabarovsk: IVEP FEB RAS, 2003. 38 p. (In Russ.).
 12. Kulagin Yu.Z. *Drevesnye rasteniya i promyshlennaya sreda* (Woody plants and the industrial environment). Moscow: Nauka Publ., 1974. 125 p. (In Russ.).
 13. Maslov N.V. *Gradostroitel'naya ekologiya* (Urban ecology). Moscow: Vysshaya shkola Publ., 2002. 284 p. (In Russ.).
 14. *Metodika inventarizatsii gorodskikh zelenykh nasazhdenii* (Methods of inventory of urban green spaces). Moscow, 1997. 7 p. (In Russ.).
 15. Mirzekhanova Z.G., Narbut N.A. Ecological foundations of the organization of urban territories (on the example of Khabarovsk). *Tihookeanskaya geologiya*, 2013, vol. 32, no. 4, pp. 111–120. (In Russ.).
 16. Mozolevskaya E.G., Belova N.K. Methods for assessing the condition of trees and plantings, in *Monitoring sostoyaniya zelenykh nasazhdenii*

- i gorodskikh lesov Moskvy*. Moscow: Moscow State University of Forests, 1998, pp. 17–39. (In Russ.).
17. Morozova G.Yu. Development of park spaces as an element of planning a sustainable city. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 54–59. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-54-59.
 18. Morozova G.Yu., Debelaya I.D. Analysis of the problems of greening a modern city (on the example of Khabarovsk). *Vestnik DVO RAN*, 2018, no. 4 (200), pp. 38–48. (In Russ.).
 19. Morozova G.Yu., Debelaya I.D. Green infrastructure as a factor in ensuring the sustainable development of Khabarovsk. *Ekonomika regiona*, 2018, vol. 14, no. 2, pp. 562–574. (In Russ.). DOI: 10.17059/2018-2-18.
 20. Morozova G.Yu., Zlobin Yu.A., Melnik T.I. Plants in an urbanized natural environment: flora formation, cenogenesis and population structure. *Zhurnal obshchei biologii*, 2003, vol. 64, no. 2, pp. 166–180. (In Russ.).
 21. Narbut N.A. Environmental indicators of sustainable development. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 51–53. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-51-53.
 22. Revich B.A. The importance of green spaces for protecting the health of urban populations. *Analiz riska zdorov'yu*, 2023, no. 2, pp. 168–185. (In Russ.).
 23. Rubtsova T.A. *Derev'ya, kustarniki, liany Evreiskoi avtonomnoi oblasti i ikh ispol'zovanie v ozelenenii* (Trees, shrubs, lianas of the Jewish Autonomous Region and their use in landscaping). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2021. 181 p. (In Russ.).
 24. *SP 82.13330.2016 Svod pravil. Blagoustroistvo territorii* (SP 82.13330.2016 Set of rules. Landscaping of territories). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/456054208> (accesses: 20.01.2024). (In Russ.).
 25. *SP 475.1325800.2020. Svod pravil. Parki* (SP 475.1325800.2020. A set of rules. Parks). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/564612858> (accesses: 20.01.2024). (In Russ.).
 26. *Ustoichivoe gorodskoe i prigorodnoe lesnoe khozyaistvo, osnovannoe na prirodnykh printsipakh kompleksnoe i inklyuzivnoe reshenie v interesakh «zelenogo» vosstanovleniya i ustoychivyykh, zdorovykh i zhiznestoikikh gorodov: analiticheskaya zapiska* (Sustainable urban and suburban forestry, based on natural principles, a comprehensive and inclusive solution in the interests of «green» restoration and sustainable, healthy and resilient cities: analytical note). Available at: <https://unece.org/info/publications/pub/373690> (accesses: 08.08.2024). (In Russ.).
 27. Shikhova N.S. *Derev'ya i kustarniki v ozelenenii goroda Vladivostoka: monografiya* (Trees and shrubs in the landscaping of the city of Vladivostok: monograph), N.S. Shikhova, E.V. Polyakova. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2006. 236 p. (In Russ.).
 28. Forman R.T.T. *Urban ecology: science of cities*. Cambridge University Press, 2014. 480 p.

ECOLOGICAL ASSESMENT OF THE THE BIROBIDZHAN CULTURE AND RECREATION PARK DENDROFLORA

V.B. Kalmanova, D.V. Zhuchkov

The authors assessed the state of the dendroflora of the only park of culture and recreation in Birobidzhan and gave recommendations for the improvement of its territory. They used inventory, analytical and theoretical research methods to describe the species composition of trees, their age structure and ecological state. In total, more than 2,000 specimens of tree plantations were studied, classified into 29 species, of which 4 dominate: elm squat (18% of all species), Manchurian ash (16%), sweet poplar (13%) and birch flat-leaved (7%). The assessment of the ecological condition of the dendroflora showed that 61% of the specimens are weakened, which is associated with anthropogenic and natural factors, old age and other reasons. It was noted that 27% of the trees are in emergency condition and require removal and replacement; 12% are characterized by a good ecological condition, their age does not exceed 20 years. The results of the work served as the basis for developing recommendations for specialized organizations to improve the situation with the of the town park dendroflora. They are: sanitary pruning, uprooting stumps, increasing the number of ornamental shrubs, systematic care, etc.

Keyword: *dendroflora, ecological state, green spaces, urban territory, park, functional significance, landscaping, principles of greening, Birobidzhan.*

Reference: Kalmanova V.B., Zhuchkov D.V. Ecological assesment of the the Birobidzhan culture and recreation park dendroflora. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 57–71. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-57-71.

Поступила в редакцию 25.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 630*43:528.2(571.61/.64)

ПРОГНОЗ АНТРОПОГЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

В.А. Глаголев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: glagolev-jar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1424-552X>

В данном исследовании проведен пространственно-временной анализ данных дистанционного мониторинга индивидуальных пожаров растительности с 2013 по 2023 гг. на основе спутниковых снимков MODIS и географических данных ресурса OpenStreetMap на территории субъектов юга Дальнего Востока России. Открытые тематические карты территории исследования представлены векторными слоями населенных пунктов и автомобильных дорог. Пространственные объекты карт разделены на 12 категорий, отобранных по численности жителей населенных пунктов (hamlet, village, town, city) и типу автомобильных дорог (unclassified, tertiary, secondary, primary, trunk). Для детерминированно-вероятностной методики прогноза появления пожаров растительности предложен алгоритм определения антропогенной нагрузки в заданные временные периоды пожароопасного сезона в кварталах лесничеств и участках нелесного фонда, расположенных на расстоянии вблизи автомобильных дорог до 12 км и населенных пунктов до 9 км. Выполнена декомпозиция полилинейных объектов автомобильных дорог в виде регулярной сети с разрешением 0.025 градусов в картографической проекции WSG84. Выделены населенные пункты и участки автомобильных дорог для проведения лесоохранных мероприятий федеральными и муниципальными организациями на территории Еврейской автономной области. Наибольшая протяженность дорог с высокой пожарной опасностью наблюдается в Ленинском и Октябрьском районах в апреле и октябре, наиболее высокая пожарная опасность фиксируется вблизи населенного пункта Екатерино-Никольское. Верификация методики выполнялась на примере пожароопасного сезона 2023 года, выявлена удовлетворительная зависимость появления пожаров растительности на выделенных участках протяженностью до 9 км.

Ключевые слова: растительность, автомобильные дороги, населенные пункты, базы данных, пожары, пожароопасный сезон, лесоохранные мероприятия.

Образец цитирования: Глаголев В.А. Прогноз антропогенной пожарной опасности растительности по данным спутниковых снимков юга Дальнего Востока России // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 72–78. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-72-78.

На Дальнем Востоке России ежегодно наблюдается повышенная пожарная опасность территории. Труднодоступность кварталов лесничеств и ограниченность метеостанций оказывает влияние на своевременное обнаружение и тушение пожаров растительности. Одним из вариантов решения данной проблемы является определение мест пожароопасной антропогенной деятельности вблизи населенных пунктов, автомобильных

и железных дорог, баз отдыха на основе анализа многомерных массивов пространственно-временной информации за многолетний период, а также своевременное развитие детерминированно-вероятностных моделей прогноза появления пожаров растительности в кварталах лесничеств и на территории нелесного фонда по природно-антропогенным условиям [11]. Авторские модели входят в состав специализированных геоинформацион-

ных систем (ГИС), которые позволяют осуществлять сбор данных наземного и дистанционного мониторинга, анализ тематических карт регионов и квартальных сетей лесничеств, обрабатывать фактические и прогнозные метеорологические данные с заданной заблаговременностью [3, 6]. В силу незначительности объема сведений наземного мониторинга за пожарами растительности для определения антропогенной нагрузки вблизи автомобильных дорог и населенных пунктов в работе рассмотрен альтернативный способ использования данных спутниковых снимков, а также интеграция наборов открытых данных тематических слоев международных и федеральных агентств.

Целью исследования является разработка алгоритма определения антропогенной нагрузки в авторской детерминированно-вероятностной модели пожарной опасности растительности по данным спутникового мониторинга индивидуальных пожаров растительности, возникших вблизи автомобильных дорог и населенных пунктов.

Материалами исследования послужили тематические карты ресурса OpenStreetMap (<http://openstreetmap.com>). Открытые данные электронных карт структурированы тегами OpenStreetMap и разделены по округам Российской Федерации (РФ) в проекции WSG 84.

Тематические карты региона OpenStreetMap представлены векторными слоями в формате геонформационной системы компании Esri. Населенные пункты изображены в точечном (places), автомобильные дороги в полигональном (places_a) слоях, атрибуты пространственных объектов содержат глобальный идентификатор (osm_id); наименование (name); тип объекта (fclass); численность жителей на год переписи (population). Согласно спецификации OpenStreetMap атрибут fclass содержит 12 значений, из них для работы отобраны по численности жителей следующие населенные пункты: hamlet, village, town и city. В полиномиальном слое автомобильных дорог (road) из значений атрибута fclass выбраны: unclassified, tertiary, secondary, primary и trunk [9, 10].

Индивидуальные пожары растительности зафиксированы по данным спутникового мониторинга MODIS и получены с сайтов агентства NASA (<https://daac.ornl.gov>) и Института космических исследований РАН (<https://aviales.ru>) с 2013 по 2023 г. Атрибутивные данные индивидуальных пожаров содержат глобальный идентификатор, координаты центра, область возгорания, дату обнаружения и ликвидации, лесную и нелесную площадь [4].

Для декомпозиции антропогенных факторов, представленных в виде полилинейных источников, построена электронная карта оперативно-территориальных единиц (ОТЕ) на территории субъектов Дальнего Востока России с разрешением $0,025^\circ$ градусной сети (2,75 км на 1,5 км). При определении пожароопасных участков растительности применяются участки квартальной сети субъектов Дальнего Востока России из открытых источников федеральных организаций субъектов РФ.

Визуализация прогноза появления пожаров растительности построена на модификации детерминированно-вероятностной модели [2, 5, 8]:

$$F_{i,j}(B) = \begin{cases} F_{i,j}(C) [(F_{i,j}(N)F_{i,j}(B/N) + F_{i,j}(M)F_{i,j}(B/M))] & \text{при } R_N \leq R_{cr} \\ F_{i,j}(C) [(F_{i,j}(D)F_{i,j}(B/D) + F_{i,j}(M)F_{i,j}(B/M))] & \text{при } R_N > R_{cr} \end{cases}$$

где i – день расчета; j – номер квартала лесничества; $F_{i,j}(B)$ – вероятность появления пожаров растительности (событие B); $F_{i,j}(C)$ – вероятность возгорания растительности при определенном значении метеорологического индекса пожарной опасности (событие C); $F_{i,j}(N)$, $F_{i,j}(D)$ – вероятность появления антропогенного источника огня в кварталах от ближайших населенных пунктов или железных и автомобильных дорог (события N и D); $F_{i,j}(B/N)$, $F_{i,j}(B/D)$ – вероятность возгорания вследствие появления антропогенных источников огня; $F_{i,j}(M)$, $F_{i,j}(B/M)$ – вероятность появления природного источника (событие M) и возгорания вследствие его появления; R_N – расстояние от квартала до ближайшего населенного пункта, R_{cr} – минимальное расстояние между кварталом и населенным пунктом или железными и автомобильными дорогами, после которого значительно уменьшается количество пожаров.

При расчете вероятности $F_{i,j}(N)$, $F_{i,j}(D)$ появления антропогенного источника учитывается распределение расстояний от пожаров растительности до антропогенного источника в пределах 50 км. Отсутствие антропогенной пожароопасной нагрузки от населенного пункта предполагается на расстоянии более 9 км от него, далее от этого расстояния причиной возникновения пожаров считалось нарушение правил пожарной безопасности населением на расстоянии не более 12 км от ближайшей автомобильной дороги [1].

Алгоритм определения антропогенной нагрузки вблизи участков автомобильных дорог состоит из следующих этапов: построение базы данных индивидуальных пожаров растительности по данным спутниковых снимков; расчет расстояния от пожаров растительности до населенных пун-

ктов и автомобильных дорог; определение наиболее пожароопасных кварталов лесничеств вблизи населенных пунктов и автомобильных дорог; расчет частоты появления антропогенных источников на участках автомобильных дорог от пожароопасных кварталов лесничеств на расстоянии до 9 км в весенний и осенний периоды; выделение населенных пунктов и участков дорог для регламентации лесоохранных мероприятий [7].

Построение буферной зоны вокруг пожаров растительности радиусом 12 км позволило в ОТЕ зафиксировать пересечение с каждым пожаром и провести частотный анализ появления пожаров вблизи конкретного населенного пункта или участка автомобильной дороги.

Для регламентации лесоохранных мероприятий особое внимание уделено предотвращению доступа населения к кварталам участков лесничеств, расположенных на расстоянии 3÷9 км от населенных пунктов и в пределах 0÷3 км от ближайшей к кварталу автомобильной дороги, а также в ОТЕ антропогенных источников.

Верификация алгоритма выполнена на территории субъектов юга Дальнего Востока России: Амурская и Еврейская автономная области, Хабаровский и Приморский края. В данных субъектах расположено 1830 населённых пунктов, а общая протяженность автомобильных дорог составляет 29557,9 км (табл. 1).

За период с 2013 по 2023 гг. зафиксировано 152225 индивидуальных пожаров растительности. Значительная часть пожаров расположена вблизи населенных пунктов (Приморский край – 93,2% общего числа пожаров в субъекте РФ) и автомобильных дорог (Еврейская автономная область – 26,9%). Наибольшая концентрация антропогенных источников сосредоточена в кварталах

участковых лесничеств на расстоянии 3÷6 км от населенных пунктов и принимала значения от 275 до 1142 случаев возгорания в сезоне и 0÷3 км от автомобильных дорог от 55 до 104 случаев в пожароопасном сезоне (табл. 2).

В целях регулирования лесоохранных мероприятий особое внимание было уделено предотвращению доступа населения к участкам лесного фонда, расположенным на расстоянии 0÷9 км от населенных пунктов и в пределах 0÷12 км от дорожной сети. В соответствии с этим проведена градация территории Еврейской автономной области по концентрации антропогенных источников огня на расстоянии (а) от населенных пунктов: 0÷3 км – низкая, 3÷6 км – высокая, 6÷9 км – высокая; (б) от дорожной сети: 0÷3 км – высокая, 3÷6 км – средняя, 6÷9 км и 9÷12 км – низкая. Ниже на рис. 1 представлен фрагмент карты буферных зон на территории Еврейской автономной области.

Пожароопасные зоны с высокой концентрацией антропогенных источников сосредоточены в южной и северной частях территории Еврейской автономной области. Наименьшая концентрация наблюдается в наиболее удаленных единицах и в окрестностях населенных пунктов. На основании произведенных расчетов относительных частот $F_{i,j}(N)$ и $F_{i,j}(D)$ выделены зоны различной антропогенной пожарной опасности на территории области. Наибольшая относительная частота появления антропогенных источников огня наблюдается в зонах, расположенных на расстоянии 3÷9 км от населенных пунктов и в пределах 0÷3 км от ближайшей к ОТЕ дорожной сети.

На рис. 2 построены электронные карты ОТЕ, преобразованных полилиний автомобильных дорог и степень возможного их антропогенного воздействия на появление пожаров расти-

Таблица 1

Площадь региона и протяженность автомобильных дорог на территории субъектов юга Дальнего Востока России

Table 1

Area of the region and the length of highways in the subjects of the Russian Far East south

№	Субъект РФ	Площадь региона (тыс. км ²)	Протяженность автомобильных дорог (км)	Количество населенных пунктов	Количество кварталов лесничеств
1	Амурская область	360,1	16248	627	38785
2	Еврейская автономная область	36,03	2600	112	4396
3	Приморский край	163,6	6767	655	22609
4	Хабаровский край	786,5	10520	436	58781

Относительная частота появления индивидуальных пожаров
растительности за пожароопасный сезон юга Дальнего Востока России

Relative frequency of separate vegetation fires occurrence during the fire season in the south of the Russian Far East

№	Субъект РФ	Общее количество пожаров	Количество пожаров вблизи антропогенных источников*	Относительная частота появления пожаров за сезон						
				От дорожной сети, км				От населенного пункта, км		
				0–3	3–6	6–9	9–12	0–3	3–6	6–9
1	Амурская область	24299	$\frac{15246 (62,7\%)}{4522 (18,6\%)}$	55	27	41	36	987	1142	432
2	Еврейская автономная область	11503	$\frac{6947 (60,3\%)}{3091 (26,9\%)}$	83	57	58	72	209	291	203
3	Приморский край	27514	$\frac{25642 (93,2\%)}{1616 (5,8\%)}$	160	106	95	89	483	656	381
4	Хабаровский край	13033	$\frac{7012 (53,8\%)}{2784 (21,3\%)}$	104	68	72	63	198	275	229

Примечание: * – от населенных пунктов в пределах 9 км / от автомобильных дорог в пределах 12 км

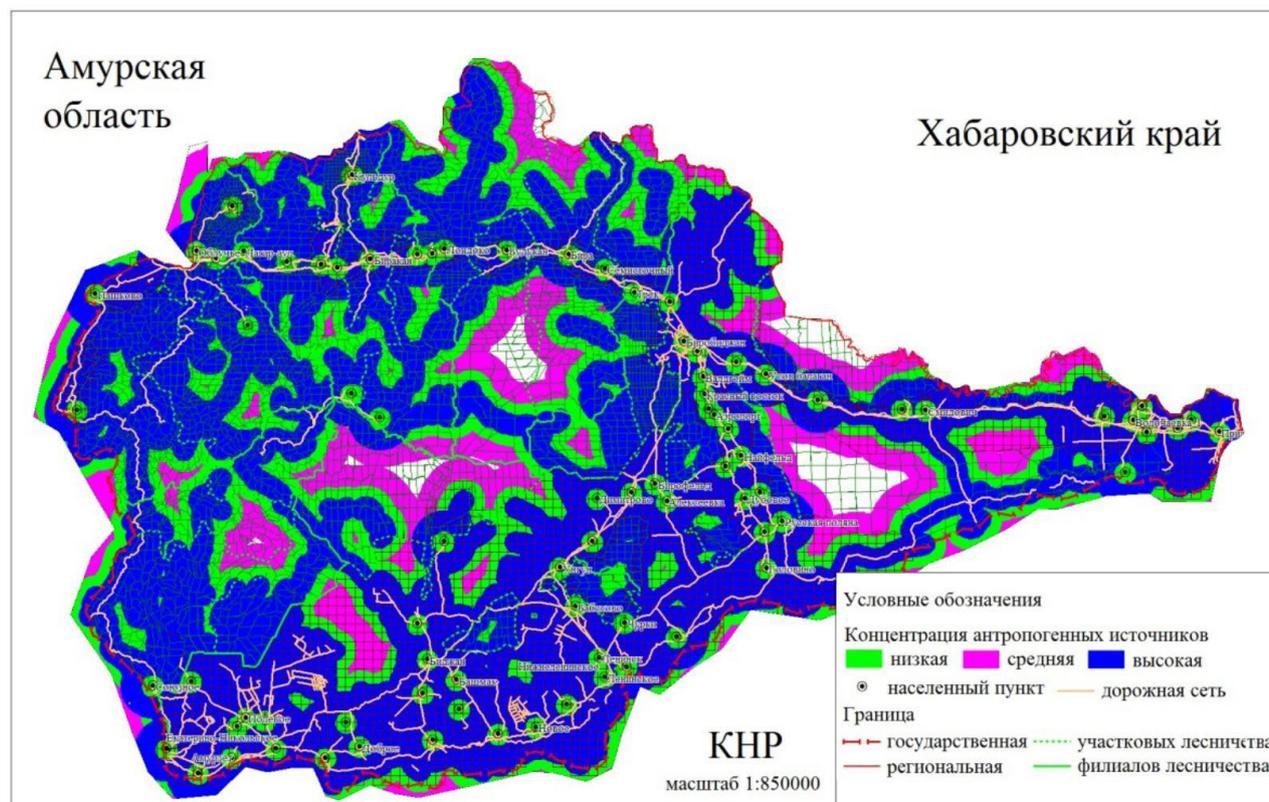


Рис. 1. Электронная карта пожароопасных зон на территории Еврейской автономной области

Fig. 1. Electronic map of fire risk areas in the Jewish Autonomous region

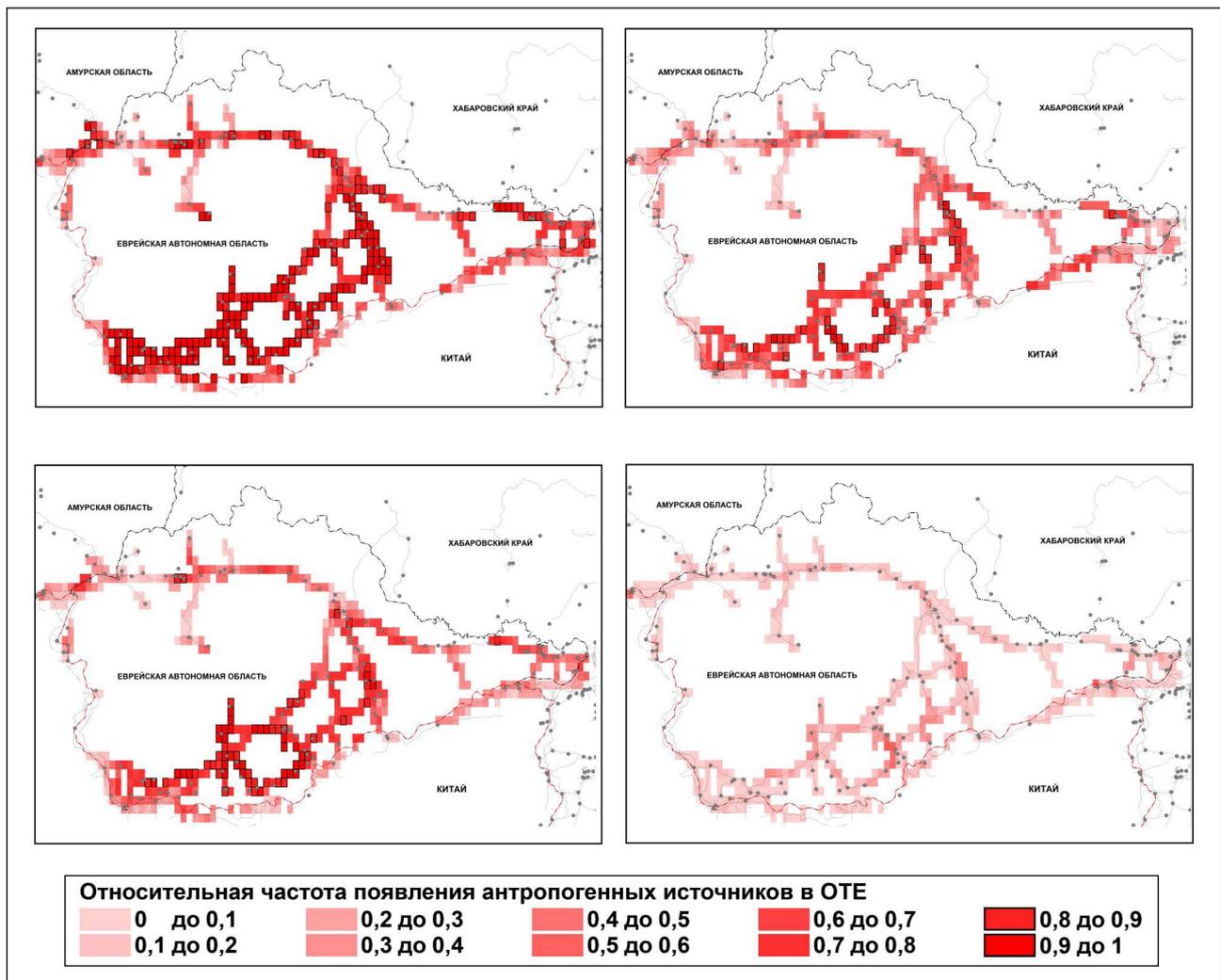


Рис. 2. Электронная карта относительной частоты появления антропогенных источников: апрель (а), май (б), сентябрь (в), октябрь (г) на территории Еврейской автономной области, 2013–2022 гг.

Fig. 2. Electronic map of the relative frequency of occurrence of anthropogenic sources: April (a), May (b), September (c), October (d) in the Jewish Autonomous Region, 2013–2022

тельности в пожароопасный сезон на примере Еврейской автономной области. В работе проведен анализ пространственно-временного распределения 10 568 пожаров растительности; в зависимости от расстояния от очага пожара до ближайшего участка дороги были выделены: 3 км (58%), 6 км (21%), 9 км (11%), 12 км (6%), 50 (4%) км. В ходе декомпозиции дорог в Еврейской автономной области было получено 356 оперативно-территориальных единиц, при этом территория населенных пунктов не учитывалась.

Наибольшая пожароопасность растительности вблизи автомобильных дорог наблюдалась в апреле и октябре. Высокая частота антропогенных источников вблизи зарегистрированных участков

дорожной сети составила 115 км и 25 км. В южной части региона участки дорог подвержены постоянному воздействию, но в течение 20–25 апреля и 19–25 октября между населенными пунктами Столбовое – Унгун и Ленинское – Биджан определено наблюдаются временные изменения.

Таким образом, предложенный алгоритм определения антропогенной нагрузки вблизи участков растительности актуален для южных субъектов Дальнего Востока России при моделировании возникновения пожаров растительности по природно-антропогенным условиям и формирования противопожарных рекомендаций на особо удаленных и труднодоступных территориях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреев Ю.А., Ларченко Г.Ф. Социально-психологические аспекты рекреационных посещений леса и возникновение пожаров // Лесные пожары и борьба с ними. М.: ВНИИ ПОМ-лесхоз, 1987. С. 251–263.
2. Глаголев В.А., Коган Р.М. Система пожарного мониторинга лесных участков Еврейской автономной области // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. 5 (63). С. 104–112. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/2015-5/2015-5.html> (дата обращения: 14.10.2024).
3. Егармин П.А. Система детальной оценки пожарной опасности лесной территории: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2005. 21 с.
4. Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства. URL: https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (дата обращения: 14.10.2024).
5. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий. Новосибирск: СО РАН, 2009. 301 с.
6. Подольская А.С., Ершов Д.В., Шуляк П.П. Применение метода оценки вероятности возникновения лесных пожаров в ИСДМ-Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8, № 1. С. 118–126.
7. Рекомендации по лесопожарной профилактике и тушению лесных пожаров в зоне наземной охраны лесов Дальнего Востока / М.А. Шешуков, И.З. Найкруг, И.И. Перевейтайло, Е.Е. Дунда. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1983. 44 с.
8. Фильков А.И. Детерминированно-вероятностная система прогноза лесной пожарной опасности: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 2005. 24 с.
9. Geofabric Download Server OpenStreetMap. URL: <https://download.geofabrik.de/russia.html> (дата обращения: 14.10.2024).
10. Venter O., Sanderson E.W., Magrath A., Allan J.R., Beher J., Jones K.R., ... & Watson J.E. Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009 // Scientific data. 2016. N 3 (1). P. 1–10.
11. Zubareva A.M., Glagolev V.A., Grigorieva E.A. Characteristics of the spatial and temporal distribution of fire regime in one of the most fire prone region of the Russian Far East Geography // Environment and Sustainability. 2021. Vol. 14, N 2. P. 74–82.

REFERENCES:

1. Andreev Yu.A., Larchenko G.F. Socio-psychological aspects of recreational visits to the forest and the occurrence of fires, in *Lesnye pozhary i bor'ba s nimi* (Forest fires and their control). Moscow: VNIИ POM-leskhoz Publ., 1987, pp. 251–263. (In Russ.).
2. Glagolev V.A., Kogan R.M. Fire Monitoring System of Forest Plots of Jewish Autonomous Region. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti*, 2015, no. 5 (63), pp. 104–112. Available at: <http://ipb.mos.ru/ttb/2015-5/2015-5.html> (accessed: 14.10.2024). (In Russ.).
3. Egarmin P.A. The system of detailed assessment of fire danger of the forest territory. *Extended Abstract of Cand. Sci. (technical) Dissertation*. Krasnoyarsk, 2005. 21 p. (In Russ.).
4. *Informatsionnaya sistema distantsionnogo monitoringa Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaistva* (Information system of remote monitoring of the Federal Forestry Agency). Available at: https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (accessed: 14.10.2024). (In Russ.).
5. Kuznetsov G.V., Baranovsky N.V. *Prognoz vozni-knoveniya lesnykh pozharov i ikh ekologicheskikh posledstviy* (Forecast of forest fires and their environmental consequences). Novosibirsk: SB RAS, 2009. 301 p. (In Russ.).
6. Podolskaya A.S., Ershov D.V., Shuliak P.P. Forest Fire Occurrence Probability Assessment: Method and Approach in Russian Remote Monitoring Information System (Isdm-Rosleskhoz). *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, vol. 8, no. 1, pp. 118–126. (In Russ.).
7. *Rekomendatsii po lesopozharnoi profilaktike i tusheniyu lesnykh pozharov v zone nazemnoi okhrany lesov Dal'nego Vostoka* (Recommendations on forest fire prevention and extinguishing of forest fires in the zone of ground protection of forests of the Far East), M.A. Sheshukov, I.Z. Naikrug, I.I. Pereveitailo, E.E. Dunda. Khabarovsk: DalnIILKH, 1983. 44 p. (In Russ.).
8. Filkov A.I. Deterministic probabilistic system of forecasting forest fire danger. *Extended Abstract of Cand. Sci. (Physical and Mathematical) Dissertation*. Tomsk, 2005. 24 p. (In Russ.).
9. *Geofabric Download Server OpenStreetMap*. Available at: <https://download.geofabrik.de/russia.html> (accessed: 14.10.2024).
10. Venter O., Sanderson E.W., Magrath A., Allan J.R., Beher J., Jones K.R., ... & Watson J.E. Glob-

- al terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific data*, 2016, no. 3 (1), pp. 1–10.
11. Zubareva A.M., Glagolev V.A., Grigorieva E.A. Characteristics of the spatial and tem-

poral distribution of fire regime in one of the most fire prone region of the Russian Far East Geography. *Environment and Sustainability*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 74–82.

FORECAST OF ANTHROPOGENIC FIRE DANGER
FOR VEGETATION ACCORDING TO SATELLITE IMAGES
OF THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST

V.A. Glagolev

In this study, a spatial – temporal analysis of separate vegetation fires monitoring data from 2013 to 2023 was carried out on the basis of MODIS satellite images and geographical data from the Open Street Map resource for the subjects in the Russian Far East south. Open thematic maps of the study area are represented by vector layers of settlements and highways. The map spatial objects are subdivided into 12 categories, according to the number of population in the localities (hamlet, village, town) and the type of highways (unclassified, tertiary, secondary, primary, trunk). To create the deterministic probabilistic methodology for predicting the vegetation fires occurrence, the author has proposed an algorithm for determining the anthropogenic load during specified time periods at a fire season in forest and non-forest areas located at a distance up to 12 km near highways and up to 9 km from settlements. The decomposition of multilinear highway objects in the form of a regular network with a resolution of 0.025 degrees in the WSG84 cartographic projection is performed by the author. It is defined the settlements and highway sections in need of forest protection measures – for federal and municipal organizations of the Jewish Autonomous region to perform them. The longest sections of roads characterizes by a high fire danger in April and October are situated in Leninsky and Oktyabrsky districts; the highest fire danger is recorded near the settlement of Yekaterino-Nikolskoye. The methodology verification was made on the example of the fire season in 2023. It was revealed a satisfactory dependence of vegetation fires occurrence in the selected sections with a length of up to 9 km.

Keywords: *vegetation, adjacent areas, settlements, databases, fires, fire season, forest protection measures.*

Reference: Glagolev V.A. Forecast of anthropogenic fire danger for vegetation according to satellite images of the south of the Russian Far East. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 72–78. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-72-78.

Поступила в редакцию 15.10.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 330.564.2(571.6)

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ДЕНЕЖНЫХ ДОХОДОВ НАСЕЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

О.В. Аверина

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: oaverina@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-1207-9387>

В работе проведен анализ структуры и динамики денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа и обозначены общие тенденции их изменения за последние 7 лет на основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики (Росстата), информации органов исполнительной власти субъектов Дальневосточного федерального округа и экспертных оценок. В результате мониторинга установлено, что денежные доходы населения представляют собой важнейшую часть уровня и качества жизни современного человека и выступают в роли одного из главных его индикаторов. Именно благодаря денежным доходам реализуются повседневные потребности населения, уровень удовлетворения которых в конечном счете определяет не только эффективность функционирования экономики, но и экономическое благосостояние населения региона в целом.

Выявлены основные тенденции межрегиональной дифференциации денежных доходов населения по субъектам Дальневосточного федерального округа на основе оценки таких показателей, как среднедушевые денежные доходы населения, реальные денежные доходы населения, минимальный размер оплаты труда, прожиточный минимум, децильный коэффициент, коэффициент Джини, коэффициент фондов. Проведен структурный и динамический анализ денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа по источникам их формирования: оплата труда, доходы от предпринимательской деятельности, доходы от собственности, социальные выплаты, прочие денежные поступления. Выделены основные особенности межрегиональной дифференциации денежных доходов населения в исследуемом регионе. Проведен анализ соотношения среднедушевых денежных доходов, минимального размера оплаты труда (МРОТ) и прожиточного минимума в целях определения уровня благосостояния населения субъектов Дальневосточного федерального округа и диспропорций в формировании денежных доходов населения на региональном уровне.

Ключевые слова: *среднедушевые денежные доходы, межрегиональная дифференциация денежных доходов, реальные денежные доходы, минимальный размер оплаты труда, прожиточный минимум, децильный коэффициент, коэффициент Джини, коэффициент фондов.*

Образец цитирования: Аверина О.В. Общие тенденции изменения структуры и динамики денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 79–92. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-79-92.

Доходы населения являются конечной целью функционирования экономики, именно они определяют самостоятельность и жизнеспособность государства, так как отражают степень развития общественного производства и обуславливают его рост. Показатели денежных доходов

характеризуют прежде всего уровень жизни граждан, который влияет в конечном счёте на политическую, а, следовательно, и на экономическую стабильность в обществе. Также можно отметить, что доходы населения являются центральным фактором благосостояния, так как определяют

возможности удовлетворения материальных и духовных потребностей людей [1].

В настоящее время вопросы формирования денежных доходов населения и тенденции их изменения обсуждаются в работах различных отечественных ученых. Среди них можно выделить работы таких авторов, как В.Н. Бобков, Т.В. Бородина, С.С. Власова, Е.Н. Гришина, Е.В. Гугнина, Г.А. Гулюгина, И.С. Клименко, И.П. Лаптева, Т.Н. Савина, С.В. Севрюкова, Л.Н. Трусова, О.Ф. Чистик, И.В. Шокина и др.

В работе В.Н. Бобкова и Г.А. Гулюгиной проведен мониторинг доходов и уровня жизни населения России, а также выделены основные тенденции формирования показателей уровня и качества жизни населения. Авторы детально исследуют рынок труда и процессов занятости по субъектам РФ, уровень государственной социальной поддержки в РФ и ее субъектах [1].

Т.Н. Савина определяет в качестве основного источника доходов населения оплату труда и рассматривает ее основные функции, обозначает ключевые проблемы оплаты труда, в том числе высокую дифференциацию в оплате труда [20].

Ведущая роль оплаты труда как основного источника формирования доходов населения отводится и в работе С.С. Власовой и С.В. Севрюковой. Кроме того, авторы раскрывают факторы, влияющие на формирование доходов населения, исследуют структуру населения с доходами ниже прожиточного минимума и уровень реальной заработной платы в исследуемом периоде.

В результате исследования, проведенного И.С. Клименко, выявлены основные макроэкономические факторы, оказывающие влияние на величину среднедушевых денежных доходов населения. Также рассмотрена динамика коэффициента Джини, характеризующего степень расслоения населения. В рамках структурного анализа определены основные источники доходов населения [2].

Влияние инфляционных процессов на снижение реальных располагаемых доходов населения в России обозначено в работе Е.Н. Гришиной, И.П. Лаптевой и Л.Н. Трусовой. Значительную роль в формировании потребительских структур авторы отводят неравенству в распределении денежных доходов. В исследовании уровня доходов населения использован индексный метод, позволивший интегрировать три основных показателя денежных доходов населения: среднедушевые денежные доходы, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников органи-

заций и доля населения с доходами ниже прожиточного минимума [1].

Т.В. Бородина, Е.В. Гугнина наиболее актуальной считают проблему бедности, для решения которой необходимо повышать денежные доходы населения путем установления минимального размера оплаты труда (МРОТ) выше величины прожиточного минимума, ежегодной индексации заработной платы работников бюджетной сферы и пенсий, содействия занятости населения [4].

В статье О.Ф. Чистик значительное внимание уделено взаимосвязи таких показателей, как среднедушевые денежные доходы и реальные доходы населения, используется метод кластерного анализа для определения классификации регионов РФ по уровню доходов [24].

И.В. Шокина в своей работе делает акцент на региональные различия в уровне доходов населения в субъектах Дальневосточного федерального округа, используя показатели дифференциации доходов населения: коэффициент Джини, децильный коэффициент, коэффициент фондов и коэффициент вариации, индекс Тейла [25].

Таким образом, во всех перечисленных работах отмечается общая тенденция снижения доходов населения, усиление внутрирегиональной и межрегиональной дифференциации и неравенства в РФ по основным показателям денежных доходов, исследуется проблема бедности и современных экономических условий, ее определяющих.

Для оценки уровня жизни отдельных групп населения в регионе и разработки социально-экономической политики особое значение приобретают исследования уровня доходов населения, их региональной дифференциации, условий и особенностей формирования [24].

В настоящее время наблюдается рост дифференциации денежных доходов населения по субъектам РФ, что, в свою очередь, влияет на структуру потребления и его объем, формирование занятости в отдельном регионе, на экономическую и политическую стабильность страны в целом.

В связи с этим целью статьи является исследование общих тенденций изменения структуры и динамики денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа.

Объектом исследования являются денежные доходы населения субъектов ДФО.

В качестве методов исследования используется статистический метод, метод горизонтального и вертикального анализа.

На основе данных государственной стати-

стики (Росстата) проведем анализ динамики среднедушевых денежных доходов населения субъектов ДФО и посмотрим, как при этом менялись реальные располагаемые доходы за 2018–2023 гг.

В табл. 1 представлены данные по среднедушевым денежным доходам населения ДФО и показатели их изменения за период с 2018 по 2023 гг.

Проведенный анализ изменения среднедушевых денежных доходов населения субъектов ДФО за 6-летний период показал положительную динамику, в среднем доходы населения увеличива-

ются на 21 194 рублей, общий темп роста по всему ДФО составил 159,0% (табл. 1). Это говорит о постепенном росте денежных доходов населения. При этом по отдельным субъектам Дальневосточного федерального округа мы видим существенный разрыв в числовых значениях данного показателя за весь анализируемый период.

Наиболее высокий показатель среднедушевых денежных доходов населения отмечен в Магаданской и Сахалинской областях и Чукотском автономном округе. В 2023 г. этот показатель

Таблица 1

Динамика среднедушевых денежных доходов населения субъектов Дальневосточного федерального округа за период с 2018 по 2023 гг., руб.

Table 1

Dynamics of average per capita cash income of the population at the Far Eastern Federal District subjects for the period of 2018–2023, rubles

Субъект ДФО	Год						Абсолютное отклонение, руб.	Темп роста, %
	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
Республика Бурятия	24190	25400	26333	28446	35163	38263	14073	158,2
Республика Саха (Якутия)	42711	45315	46108	50090	59040	69031	26320	161,6
Забайкальский край	24655	26556	28021	31043	38601	42400	17745	172,0
Камчатский край	51020	55455	58674	64791	77505	84661	33641	165,9
Приморский край	34947	37224	37728	41293	49942	54010	19063	154,5
Хабаровский край	39225	41618	41958	44310	52656	55717	16492	142,04
Амурская область	31178	33599	35862	40067	49798	53913	22735	173,0
Магаданская область	60314	66036	71805	82031	101999	110218	49904	182,7
Сахалинская область	55207	60757	62792	66211	79322	87016	31809	157,6
Еврейская автономная область	25178	27187	28815	31118	37753	43127	17949	171,3
Чукотский автономный округ	82206	86234	92980	104178	138161	138418	56212	168,4
Итого по ДФО	35898	38420	39612	43089	52186	57092	21194	159,0

Источник: по данным Росстата [22]

составил в Магаданской области 110 218 руб., в Сахалинской области 87 016 руб., в Чукотском автономном округе 138 418 руб. Высокий уровень доходов населения этих регионов обусловлен в первую очередь системой северных районных коэффициентов, представляющих собой доплату работникам, которые трудятся на Крайнем Севере или в регионах, приравненных к нему, а также действует для государственных выплат, имеющих фиксированный размер или расчёт по МРОТ, действующих в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 16.11.2021 № 1946 «Об утверждении перечня районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, в целях предоставления государственных гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих в этих районах и местностях, признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и признании не действующими на территории Российской Федерации некоторых актов Совета Министров СССР». А, во-вторых, высокими заработками в нефтегазовом секторе, золотодобывающей и алмазодобывающей отраслях и высокими доходами

гидроэнергетиков, занимающих весомую долю в структуре экономики северных регионов ДФО [25].

Наименьшие значения среднедушевых денежных доходов населения наблюдаются в Республике Бурятия, Забайкальском крае и Еврейской автономной области. В 2023 г. этот показатель составил в Республике Бурятия 38263 руб., в Забайкальском крае – 42400 руб., а в Еврейской автономной области 43127 руб. Сравнительный анализ максимального (Чукотский автономный округ) и минимального (Республика Бурятия) значений показал разрыв среднедушевых доходов населения в 3,7 раза.

Более информативную оценку благосостояния населения дает величина реальных денежных доходов, представляющих собой годовые доходы в расчете на душу населения, скорректированные на паритет покупательной способности, который учитывает возможности жителей приобретать фиксированный набор товаров, работ, услуг [21].

Для сравнения приведём данные о реальных денежных доходах по субъектам Дальневосточного федерального округа (табл. 2).

Таблица 2

Динамика реальных денежных доходов населения в субъектах Дальневосточного федерального округа за период с 2018 по 2023 гг., в % к соответствующему периоду

Table 2

Dynamics of the population real monetary income of in the subjects of the Far Eastern Federal District for the period of 2018–2023, in % to the corresponding period

Субъект ДФО	Год					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Республика Бурятия	97,9	99,3	99,2	100,5	106,9	102,1
Республика Саха (Якутия)	103,0	102,3	99,4	104,0	106,7	108,6
Забайкальский край	102,1	101,9	100,0	102,1	107,3	101,6
Камчатский край	105,1	103,9	102,1	104,3	106,0	101,0
Приморский край	103,9	101,7	97,0	102,2	106,3	100,4
Хабаровский край	101,5	100,7	96,2	99,6	105,9	100,7
Амурская область	102,4	101,7	100,4	104,0	109,7	99,6
Магаданская область	104,5	103,1	104,4	106,1	109,4	100,8
Сахалинская область	104,7	105,6	98,6	99,5	105,5	102,3
Еврейская автономная область	99,6	101,2	99,5	99,4	104,4	105,7
Чукотский автономный округ	104,3	101,5	105,3	107,3	126,1	94,6
Итого по ДФО		101,8	98,7	102,1	106,9	102,0

Источник: по данным Росстата [19]

Анализ реальных денежных доходов населения в разрезе регионов ДФО выявил его снижение в 2020 г. в 7 регионах, при этом максимальное снижение наблюдалось в Хабаровском крае (на 3,8%). В 2021 г. в большинстве дальневосточных регионов наблюдался рост реальных денежных доходов, за исключением Хабаровского края, Сахалинской области и Еврейской АО. При этом наибольший рост показателя был зафиксирован в Чукотском АО (на 7,3%), а наибольшее снижение в Еврейской АО (на 0,6%). С 2022 г. во всех дальневосточных регионах наблюдается рост показателя, максимальный – в Республике Бурятия, Забайкальском крае и Чукотском АО.

Рост реальных доходов связан, прежде всего, с существенным ростом реальных заработных плат в российских организациях. Рост доли оплаты труда в структуре доходов населения, наблюдаемый в 2023 г., вызван ограничением на трудовые ресурсы, сформированным в 2022 г, а также

с увеличением денежного довольствия у военнослужащих. При этом усиление дефицита кадров, возникшего еще до 2022 г., обусловлено потребностью в увеличении объемов производства импортозамещающей и оборонной продукции [23].

Далее в табл. 3 рассмотрим соотношение среднедушевых денежных доходов, МРОТ и прожиточного минимума по субъектам ДФО за I квартал 2024 г.

В целом среднедушевые денежные доходы населения субъектов ДФО существенно превышают показатели МРОТ и прожиточный минимум. Это указывает на общую тенденцию к улучшению экономического благосостояния населения и отражает некоторые положительные изменения в экономике ДФО в исследуемом периоде.

С 2019 года в РФ существенно меняется роль показателя МРОТ. В соответствии с Федеральным законом от 25.12.2018 №481-ФЗ «О внесении изменения в статью 1 Федерального закона

Таблица 3

Соотношение среднедушевых денежных доходов, МРОТ и прожиточного минимума по субъектам Дальневосточного федерального округа за I квартал 2024 г., руб.

Table 3

Ratio of the per capita cash income, minimum wage and subsistence minimum in the Far Eastern Federal District subjects for the first quarter of 2024, rubles

Субъекты ДФО	Среднедушевые денежные доходы, руб.	Минимальный размер оплаты труда, руб.	Соотношение среднедушевых денежных доходов населения с величиной МРОТ, в %	Прожиточный минимум, руб.	Соотношение среднедушевых денежных доходов населения с величиной прожиточного минимума, %
Республика Бурятия	35519	19242	184,6	16627	213,6
Республика Саха (Якутия)	65705	19242	341,5	23034	285,2
Забайкальский край	40113	19242	208,5	18080	221,8
Камчатский край	70448	19242	366,1	27549	255,7
Приморский край	54623	19242	283,9	18389	273,9
Хабаровский край	54930	19242	285,5	19937	275,5
Амурская область	48496	19242	252,0	17823	272,1
Магаданская область	96260	19242	500,2	26542	362,7
Сахалинская область	82361	19242	428,0	20745	397,0
Еврейская автономная область	40626	19242	211,1	20185	201,3
Чукотский автономный округ	133711	19242	694,9	39813	335,8

Источник: по данным Росстата [16, 17]

«О минимальном размере оплаты труда» он становится выше величины прожиточного минимума по стране в целом и в субъектах ДФО в частности, что является гарантом благополучия граждан.

Существует ряд показателей оценки дифференциации доходов населения, которые позволяют увидеть, насколько интенсивно протекает данный процесс. К таким показателям относят в первую очередь децильный коэффициент, коэффициент Джини и коэффициент фондов (табл. 4).

На основании данных табл. 4 можно сделать следующие выводы:

Значительное социальное расслоение населения в субъектах ДФО демонстрирует децильный коэффициент, показывающий, во сколько раз минимальный доход 10% наиболее обеспеченного населения превышает максимальный доход среди 10% наименее обеспеченного населения [25]. К таким субъектам можно отнести Республику Саха (Якутия), Магаданскую и Сахалинскую области, а также Чукотский автономный округ, в которых превышение минимального и максимального доходов 10% части наиболее и наименее обеспеченного населения в 2023 г. достигает более чем в 7

раз. Тогда как в целом по России значение этого показателя в 2023 г. составило менее чем в 7 раз. Наименьшее значение мы видим в Еврейской автономной области. Динамика децильного коэффициента за период с 2018 по 2023 гг. показывает снижение значения данного показателя в Республике Бурятия (5,0%), Забайкальском крае (1,7%), Приморском крае (6,3%), Хабаровском крае (11,3%), Сахалинской области (4,1%), Еврейской автономной области (5,8%), что отражает уменьшение степени неравномерного распределения доходов в обществе в перечисленных субъектах.

Коэффициент Джини, характеризующий степень неравенства в распределении доходов населения, показывает, что самые высокие показатели неравенства населения ДФО демонстрируют все те же регионы (Республика Саха (Якутия) – 0,417; Магаданская и Сахалинская области – 0,411 и 0,412 соответственно; Чукотский автономный округ – 0,427), и к ним добавляется еще Амурская область – 0,402. Чем ближе значение этого показателя к 1, тем выше степень неравенства в распределении доходов населения. При этом дифференциация населения по уровню доходов на

Таблица 4

Показатели дифференциации доходов населения субъектов
Дальневосточного федерального округа за период с 2018 по 2023 гг.

Table 4

Indicators of the population income differentiation at the Far Eastern
Federal District subjects for the period of 2018–2023

Субъект ДФО/Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Темп роста, в %
Республика Бурятия							
Децильный коэффициент	6,0	5,7	5,3	5,4	5,6	5,7	95,0
Коэффициент Джини	0,379	0,372	0,357	0,360	0,368	0,372	98,2
Коэффициент фондов	12,3	11,7	10,5	10,8	11,3	11,7	95,1
Республика Саха (Якутия)							
Децильный коэффициент	6,8	6,8	6,5	6,6	6,9	7,3	107,4
Коэффициент Джини	0,405	0,404	0,396	0,399	0,406	0,417	102,9
Коэффициент фондов	14,8	14,7	13,8	14,1	14,9	16,1	108,8
Забайкальский край							
Децильный коэффициент	5,8	5,6	5,3	5,5	5,6	5,7	98,3
Коэффициент Джини	0,374	0,369	0,356	0,364	0,366	0,370	98,9
Коэффициент фондов	11,8	11,4	10,4	11,0	11,2	11,5	97,5
Камчатский край							
Децильный коэффициент	6,0	6,0	6,1	6,3	6,2	6,3	105,0

Субъект ДФО/Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Темп роста, в %
Коэффициент Джини	0,380	0,381	0,382	0,389	0,387	0,389	102,4
Коэффициент фондов	12,3	12,4	12,5	13,2	13,0	13,1	106,5
Приморский край							
Децильный коэффициент	6,3	6,2	5,7	5,8	5,9	5,9	93,7
Коэффициент Джини	0,388	0,387	0,371	0,375	0,376	0,378	97,4
Коэффициент фондов	13,1	13,0	11,6	11,9	12,0	12,1	92,4
Хабаровский край							
Децильный коэффициент	6,2	6,1	5,5	5,5	5,4	5,5	88,7
Коэффициент Джини	0,387	0,383	0,365	0,366	0,361	0,363	93,8
Коэффициент фондов	12,9	12,6	11,1	11,1	10,8	11,0	85,3
Амурская область							
Децильный коэффициент	6,7	6,6	6,4	6,4	6,7	6,7	100,0
Коэффициент Джини	0,401	0,400	0,394	0,394	0,401	0,402	100,2
Коэффициент фондов	14,4	14,2	13,6	13,6	14,4	14,5	100,7
Магаданская область							
Децильный коэффициент	6,3	6,3	6,4	6,6	7,0	7,1	112,7
Коэффициент Джини	0,389	0,390	0,392	0,400	0,409	0,411	105,6
Коэффициент фондов	13,2	13,2	13,4	14,2	15,3	15,5	117,4
Сахалинская область							
Децильный коэффициент	7,4	7,5	6,9	6,8	6,9	7,1	95,9
Коэффициент Джини	0,421	0,422	0,407	0,405	0,408	0,412	0,98
Коэффициент фондов	16,6	16,7	15,0	14,8	15,1	15,6	94,0
Еврейская автономная область							
Децильный коэффициент	5,2	5,0	4,7	4,7	4,6	4,9	94,2
Коэффициент Джини	0,352	0,344	0,332	0,334	0,329	0,342	97,2
Коэффициент фондов	10,1	9,6	8,8	9,0	8,6	9,5	94,1
Чукотский автономный округ							
Децильный коэффициент	7,0	7,1	7,1	7,2	8,2	7,7	110,0
Коэффициент Джини	0,409	0,412	0,412	0,415	0,438	0,427	104,4
Коэффициент фондов	15,2	15,6	15,5	15,9	18,9	17,3	113,8
Российская Федерация							
Децильный коэффициент	7,2	7,1	6,9	7,0	6,6	6,8	94,4
Коэффициент Джини	0,414	0,412	0,406	0,409	0,398	0,405	97,8
Коэффициент фондов	15,8	15,6	14,9	15,2	14,0	14,8	93,7

Источник: по данным Росстата [18]

основе коэффициента Джини во всех субъектах ДФО ниже среднего по стране, что свидетельствует о более равномерном распределении доходов среди жителей региона.

Коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов) характеризует степень социального расслоения и определяется как соотношение между средними уровнями денежных доходов 10% населения с самыми высокими доходами и 10% населения с самыми низкими доходами [25]. В этом случае Чукотский автономный округ является одним из субъектов ДФО с высоким показателем (17,3). Самый низкий показатель в Еврейской автономной области (9,5).

Таким образом, в Дальневосточном федеральном округе продолжает сохраняться и имеет

тенденцию к увеличению территориальное расслоение по уровню доходов населения.

Далее по имеющимся данным рассмотрим распределение денежных доходов населения субъектов ДФО по источникам их получения (табл. 5).

Рассмотренная структура денежных доходов населения субъектов ДФО в период с 2021 г. по 2023 г. относительно стабильна. Более 80% всех доходов распределяется между двумя источниками: оплата труда (от 60% до 80% в среднем по всем субъектам) и социальные выплаты (от 10% до 25% в среднем по всем субъектам). Наибольший удельный вес оплаты труда в структуре денежных доходов наблюдается в Чукотском автономном округе и Магаданской области. В 2023 г. этот показатель составил

Таблица 5

Структура денежных доходов населения Дальневосточного федерального округа по источникам получения за период с 2021 по 2023 гг., в %

Table 5

Structure of the population monetary income in the Far Eastern Federal District according to the sources of receipt for the period of 2021–2023, in %

Субъект ДФО	Всего денежных доходов, %	В том числе				
		Оплата труда	Доходы от предпринимательской деятельности	Доходы от собственности	Социальные выплаты	Прочие денежные поступления
2021 год						
Республика Бурятия	100	58,3	8,1	2,0	27,1	4,5
Республика Саха (Якутия)	100	69,0	6,3	1,7	22,4	0,6
Забайкальский край	100	67,7	4,5	1,5	25,5	0,8
Камчатский край	100	68,7	2,2	7,3	21,0	0,8
Приморский край	100	68,0	5,0	3,9	20,6	2,5
Хабаровский край	100	65,9	4,4	3,3	22,3	4,1
Амурская область	100	68,3	6,5	2,3	22,1	0,8
Магаданская область	100	75,9	4,2	3,5	15,8	0,6
Сахалинская область	100	69,9	4,6	3,1	21,6	0,8
Еврейская автономная область	100	63,3	6,6	1,2	27,8	1,1
Чукотский автономный округ	100	82,9	1,1	1,2	14,6	0,2
ДФО	100	67,6	5,2	3	22,2	2

Субъект ДФО	Всего денежных доходов, %	В том числе				
		Оплата труда	Доходы от предпринимательской деятельности	Доходы от собственности	Социальные выплаты	Прочие денежные поступления
2022 год						
Республика Бурятия	100	59,6	9,1	1,8	24,1	5,5
Республика Саха (Якутия)	100	69,1	6,4	1,6	22,6	0,3
Забайкальский край	100	68,0	4,6	1,2	25,4	0,8
Камчатский край	100	70,2	2,8	7,7	19,1	0,2
Приморский край	100	69,4	5,8	4,9	19,2	0,7
Хабаровский край	100	67,2	5,2	4,0	21,4	2,2
Амурская область	100	70,4	7,1	2,7	19,7	0,1
Магаданская область	100	76,6	4,5	3,2	15,2	0,5
Сахалинская область	100	70,1	5,4	4,1	20,2	0,2
Еврейская автономная область	100	62,3	7,1	1,1	28,4	1,1
Чукотский автономный округ	100	84,3	1,2	1,5	13,0	0,0
2023 год						
Республика Бурятия	100	60,8	8,7	1,6	23,3	5,6
Республика Саха (Якутия)	100	70,8	6,4	1,4	21,1	0,3
Забайкальский край	100	72,0	4,4	1,1	22,2	0,3
Камчатский край	100	71,1	2,7	7,2	18,8	0,2
Приморский край	100	70,4	5,7	4,7	18,7	0,5
Хабаровский край	100	68,1	5,1	4,2	21,1	1,5
Амурская область	100	69,5	7,0	3,0	19,9	0,6
Магаданская область	100	75,9	5,1	4,3	14,6	0,1
Сахалинская область	100	70,7	5,4	3,8	19,9	0,2
Еврейская автономная область	100	64,8	1,5	1,5	25,7	1,3
Чукотский автономный округ	100	84,3	1,2	1,5	13,0	0,0

Источник: по данным территориальных органов статистики [5–15]

в Чукотском автономном округе – 84,3%, в Магаданской области – 75,9%. Наименьший удельный вес оплаты труда в структуре денежных доходов населения приходится на такие субъекты, как Республика Бурятия (60,8%), Еврейская автономная область (64,8%). Эту тенденцию можно объяснить более высокой долей экономически активного населения в Чукотском автономном округе и Магаданской области (на 10% выше, чем в среднем по стране). Это, в свою очередь, оказывает положительное влияние на общий уровень среднедушевых доходов в этих субъектах.

Объем социальных выплат по перечисленным регионам за рассматриваемый период формируется с точностью до наоборот. В Чукотском автономном округе и Магаданской области удельный вес социальных выплат в структуре денежных доходов населения составил по состоянию на 2023 год 13,0% и 14,6% соответственно. А в Республике Бурятия и Еврейской автономной области удельный вес социальных выплат в структуре денежных доходов населения составил по состоянию на 2023 год 23,3% и 25,7%. В остальных субъектах этот показатель колеблется в диапазоне от 15 до 20% в среднем. Итого в общей массе формируемых доходов населения субъектов ДФО социальные выплаты составляют примерно пятую-шестую часть.

Доходы населения от предпринимательской деятельности в период с 2021 по 2023 гг. в субъектах ДФО составили менее 10% от общей структуры денежных доходов. При этом их значения также различаются по субъектам.

Доходы от собственности продолжают оставаться лишь незначительным дополнением в бюджетах населения, варьируя от 1,2% (Еврейская автономная область) до 7,3% (Камчатский край).

Таким образом, в рамках проведенного исследования общих тенденций изменения структуры и динамики денежных доходов населения субъектов ДФО, можно сделать следующий вывод: полученные результаты анализа структуры и динамики денежных доходов населения субъектов ДФО свидетельствуют о существенном различии в уровне благосостояния населения, что не может не сказываться на региональной бедности. Дифференциация денежных доходов населения в исследуемых регионах остается достаточно высокой, что показывает необходимость принятия мер, направленных на ее сглаживание. Основным приоритетом в рамках дальнейших экономических преобразований в субъектах ДФО является выбор

эффективной политики доходов и занятости населения, обеспечение потребительского спроса, снижение уровня бедности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бородина Т.В., Гугнина Е.В. Анализ структуры и динамика доходов населения России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 12. С. 478 – 485.
2. Гришина Е.Н., Лаптева И.П., Трусова Л.Н. Денежные доходы как основной индикатор уровня жизни населения России // Статистика и экономика. 2019. № 16 (3). С. 15–23.
3. Клименко И.С. Денежные доходы населения РФ: динамика, структура, региональный разрез и анализ влияющих макроэкономических факторов // Социальные и экономические системы. 2022. № 6–5. С. 234–249.
4. Мониторинг доходов и уровня жизни населения России – 2022 год: ежегодник. Вып. 1 (202) / В.Н. Бобков и др. М.: ИЭ РАН, 2023. 166 с.
5. Объем и структура денежных доходов населения Амурской области по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Амурской области. URL: https://28.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/08_1_1.xlsx (дата обращения: 26.08.2024).
6. Объем и структура денежных доходов населения Еврейской автономной области по источникам получения // Управление Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу. URL: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20ЕАО%20по%20источникам%20получения%20в%202021-2023%20гг.pdf> (дата обращения: 06.08.2024).
7. Объем и структура денежных доходов населения Забайкальского края по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Забайкальскому краю. URL: <https://75.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Забайкальский%20край%20в%20цифрах.%202023.pdf> (дата обращения: 26.08.2024).
8. Объем и структура денежных доходов населения Камчатского края по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Камчатскому краю. URL: <https://41.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Камчатский%20край%20в%20цифрах.%202023.pdf>

- gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Камчатского%20края%20по%20источникам%20поступления.pdf (дата обращения: 26.08.2024).
9. Объем и структура денежных доходов населения Магаданской области по источникам получения // Управление Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу. URL: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Магаданской%20области%20по%20источникам%20поступления%20в%202021-2023%20гг.pdf> (дата обращения: 06.08.2024).
 10. Объем и структура денежных доходов населения Приморского края по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю. URL: [https://25.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20ден%20доходов%201\(1\).xls](https://25.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20ден%20доходов%201(1).xls) (дата обращения: 26.08.2024).
 11. Объем и структура денежных доходов населения Республики Бурятия по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. URL: <https://03.rosstat.gov.ru/infographics2022/document/216197> (дата обращения: 26.08.2024).
 12. Объем и структура денежных доходов населения Республики Саха (Якутия) по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). URL: [https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20по%20источникам%20поступления%20\(новая%20методология\)\(8\).xls](https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20по%20источникам%20поступления%20(новая%20методология)(8).xls) (дата обращения: 26.08.2024).
 13. Объем и структура денежных доходов населения Сахалинской области по источникам получения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Сахалинской области. URL: https://65.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20денежных%20доходов%20населения_2018-2022.pdf (дата обращения: 26.08.2024).
 14. Объем и структура денежных доходов населения Хабаровского края по источникам получения // Управление Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу. URL: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов.pdf> (дата обращения: 06.08.2024).
 15. Объем и структура денежных доходов населения Чукотского автономного округа по источникам получения // Управление Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу. URL: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов.pdf> (дата обращения: 06.08.2024).
 16. Прожиточный минимум в 2024 году: таблица по регионам России // Бухгугу: бухгалтерский интернет журнал. URL: <https://buhguru.com/spravka-info/prozhitochnyj-minimum-v-2024-godutablicza.html> (дата обращения: 26.08.2024).
 17. Распределение и дифференциация денежных доходов населения // Федеральная служба государственной статистики. Неравенство и бедность. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723> (дата обращения: 01.08.2024).
 18. Реальные денежные доходы населения по субъектам Российской Федерации (новая методология) // Федеральная служба государственной статистики. Доходы, расходы и сбережения населения. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/urov_11subg-Nm.xlsx (дата обращения: 02.08.2024).
 19. Региональный МПОТ в 2024 году: таблица по областям // Бизнес-секреты от Т-банка. URL: <https://secrets.tinkoff.ru/buhgalteriya> (дата обращения: 26.08.2024).
 20. Савина Т.Н. Влияние оплаты труда на динамику доходов населения // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 6. С. 86–99.
 21. Социально-экономическое развитие регионов Дальнего Востока России: состояние, ограничения и потенциал роста / отв. ред. Р.В. Гулидов. Хабаровск: Востокгосплан, 2021. 608 с.
 22. Среднедушевые денежные доходы населения Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики. Доходы, расходы и сбережения населения. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/urov_10subg_nm.xlsx (дата обращения: 01.08.2024).

23. Ступникова А.В. Благополучие населения Дальнего Востока России в 2019–2023 гг.: влияние динамики уровня цен // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2024. № 3 (79). С. 7909. URL: <https://eee-region.ru/article/7909/> (дата обращения: 12.08.2024).
24. Чистик О.Ф. Среднедушевые денежные доходы населения и их многомерный статистический анализ в регионах Российской Федерации // Региональное развитие. 2015. № 4 (8). URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24160422_38128793.pdf (дата обращения: 03.08.2024).
25. Шокина И.В. Региональные различия в уровне доходов населения в Дальневосточном федеральном округе // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2019. № 2 (100). С. 18–22.
- REFERENCES:
1. Borodina T.V., Gagnina E.V. Analysis of the structure and dynamics of income of the population of Russia. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2020, no. 12, pp. 478–485. (In Russ.).
 2. Grishina E.N., Lapteva I.P., Trusova L.N. Cash income as the main indicator of the standard of living of the population of Russia. *Statistika i ekonomika*, 2019, no. 16 (3), pp. 15–23. (In Russ.).
 3. Klimenko I.S. Cash income of the population of the Russian Federation: dynamics, structure, regional incision and analysis of the influence of macroeconomic factors. *Sotsial'nye i ekonomicheskie sistemy*, 2022, no. 6–5, pp. 234–249. (In Russ.).
 4. *Monitoring dokhodov i urovnya zhizni naseleniya Rossii – 2022 god: ezhegodnik* (Monitoring of income and living standards of the population of Russia – 2022: Yearbook). no. 1 (202), V.N. Bobkov et al. Moscow: IE RAS, 2023. 166 p. (In Russ.).
 5. The volume and structure of cash income of the Amur Region by the sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Amurskoi oblasti*. Available at: https://28.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/08_1_1.xlsx (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 6. The volume and structure of the cash income of the population of the Jewish Autonomous Region according to the sources of receipt. *Upravlenie Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Khabarovskomu krayu, Magadanskoi oblasti, Evreiskoi avtonomnoi oblasti i Chukotskomu avtonomnomu okrugu*. Available at: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20ЕАО%20по%20источникам%20поступления%20в%202021-2023%20гг.pdf> (accessed: 06.08.2024). (In Russ.).
 7. The volume and structure of the cash income of the Population of the Trans-Baikal Territory by sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Zabaykalskomu krayu*. Available at: <https://75.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Забайкальский%20край%20в%20цифрах.%202023.pdf> (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 8. The volume and structure of the cash income of the population of the Kamchatka Territory according to the sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Kamchatskomu krayu*. Available at: <https://41.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Камчатского%20края%20по%20источникам%20поступления.pdf> (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 9. The volume and structure of the monetary income of the population of the Magadan region for sources of receipt. *Upravlenie Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Khabarovskomu krayu, Magadanskoi oblasti, Evreiskoi avtonomnoi oblasti i Chukotskomu avtonomnomu okrugu*. Available at: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Магаданской%20области%20по%20источникам%20поступления%20в%202021-2023%20гг.pdf> (accessed: 06.08.2024). (In Russ.).
 10. The volume and structure of the cash income of the Primorsky Territory according to the sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Primorskomu krayu*. Available at: [https://25.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20ден%20доходов%201\(1\).xls](https://25.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20ден%20доходов%201(1).xls) (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 11. The volume and structure of the monetary income of the population of the Republic of Buryatia according to the sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Respublike Buryatiya*. Available at: <https://03.rosstat.gov.ru/infographics2022/docu->

- ment/216197 (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
12. The volume and structure of cash income of the population of the Republic of Sakha (Yakutia) according to the sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Respublike Sakha (Yakutiya)*. Available at: [https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20по%20источникам%20поступления%20\(новая%20методология\)\(8\).xls](https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20по%20источникам%20поступления%20(новая%20методология)(8).xls) (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 13. The volume and structure of the monetary income of the Sakhalin Region by sources of receipt. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Sakhalinskoj oblasti*. Available at: https://65.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/структура%20денежных%20доходов%20населения_2018-2022.pdf (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 14. The volume and structure of monetary incomes of the population of the Khabarovsk Territory for sources of receipt. *Upravlenie Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Khabarovskomu krayu, Magadanskoi oblasti, Evreiskoi avtonomnoi oblasti i Chukotskomu avtonomnomu okrugu*. Available at: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов.pdf> (accessed: 06.08.2024). (In Russ.).
 15. The volume and structure of the monetary income of the Chukotka Autonomous Okrug for the sources of receipt. *Upravlenie Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Khabarovskomu krayu, Magadanskoi oblasti, Evreiskoi avtonomnoi oblasti i Chukotskomu avtonomnomu okrugu*. Available at: [https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Чукотского%20автономного%20округа%20по%20источникам%20поступления\(2\).pdf](https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Объем%20и%20структура%20денежных%20доходов%20населения%20Чукотского%20автономного%20округа%20по%20источникам%20поступления(2).pdf) (accessed: 06.08.2024). (In Russ.).
 16. Lining minimum in 2024: a table by regions of Russia. *Bukhguru: bukhgalterskii internet zhurnal*. Available at: <https://bukhguru.com/spravka-info/prozhitochnyj-minimum-v-2024-godublicza.html> (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 17. Distribution and differentiation of monetary income of the population. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. Neravenstvo i bednost'*. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723> (accessed: 01.08.2024). (In Russ.).
 18. Real monetary income of the population in the constituent entities of the Russian Federation (new methodology). *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. Dokhody, raskhody i sberezheniya naseleniya*. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/urov_111subg-nm.xlsx (accessed: 02.08.2024). (In Russ.).
 19. Regional minimum wage in 2024: Table by regions. *Biznes-sekretiy ot T-banka*. Available at: <https://secrets.tinkoff.ru/buhgalteriya> (accessed: 26.08.2024). (In Russ.).
 20. Savina T.N. The Impact of Labor Compensation on Household Income Behavior. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2016, no. 6, pp. 86–99. (In Russ.).
 21. *Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie regionov Dal'nego Vostoka Rossii: sostoyanie, ogranicheniya i potentsial rosta* (The socio-economic development of the regions of the Far East of Russia: the state, restrictions and growth potential), R.V. Gulidov Ed. Khabarovsk: Vostok-gosplan Publ., 2021. 608 p. (In Russ.).
 22. The average per capita cash incomes of the population of the Russian Federation. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. Dokhody, raskhody i sberezheniya naseleniya*. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/urov_10subg_nm.xlsx (accessed: 01.08.2024). (In Russ.).
 23. Stupnikova A.V. Welfare of the population of the Russian Far East in 2019-2023: the impact of price level dynamics. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, 2024, no. 3 (79), pp. 7909. Available at: <https://eee-region.ru/article/7909/> (accessed: 12.08.2024). (In Russ.).
 24. Chistik O.F. Average per capita monetary income of the population and their multidimensional statistical analysis in regions of the Russian Federation. *Regional'noe razvitie*, 2015, no. 4 (8). Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24160422_38128793.pdf (accessed: 03.08.2024). (In Russ.).
 25. Shokina I.V. Regional differences in the level of income of the population in the Far Eastern Federal District. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava*, 2019, no. 2 (100), pp. 18–22. (In Russ.).

GENERAL TRENDS IN CHANGING THE STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE POPULATION MONETARY INCOME AT SUBJECTS OF THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT

O.V. Averina

The author analyzes the structure and dynamics of the population monetary income at subjects of the Far Eastern Federal District and outlines general trends in their change over the past 7 years, based on the Federal State Statistics Service (Rosstat) statistical data, information from the Federal subjects executive authorities, and on expert assessments. Monetary income is the most important part of the population life standards, being one of the life quality main indicators, providing daily needs of the population, its economic well-being and, in this way, the efficiency of the economy. The main factors of the population monetary income interregional differentiation in the subjects of the Far East have been identified on base of the assessment of average per capita monetary income of the population, its real monetary income, minimum wage, subsistence minimum, decile coefficient, Gini coefficient, and coefficient of funds. A structural and dynamic analysis of the population monetary incomes in the Russian Far East was carried out using the sources of their formation: wages, income from entrepreneurial activity, income from property, social payments, and other cash receipts. The main factors of the population monetary incomes interregional differentiation were defined for the studied region. To determine the population well-being level and disproportions in the formation of its monetary incomes at the regional level, the ratio of per capita monetary incomes, the minimum wage (MW) and the subsistence minimum have been analyzed by the author.

Keywords: *average per capita monetary income, interregional differentiation of monetary income, real monetary income, minimum wage, subsistence minimum, decile coefficient, Gini coefficient, coefficient of funds.*

Reference: Averina O.V. General trends in changing the structure and dynamics of the population monetary income at subjects of the Far Eastern Federal District. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 79–92. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-79-92.

Поступила в редакцию 02.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ЭКОНОМИКА

Научная статья
УДК 321.1(571.63)

СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР ДЛЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ: ОБЛИК БУДУЩЕГО – 2050

А.В. Котлярский¹, Н.В. Лапина¹, Е.А. Заостровских^{1,2}

¹Дальневосточный федеральный университет,
Политехнический институт (Школа),
п. Аякс 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922;

²Институт экономических исследований ДВО РАН,
ул. Тихоокеанская 153, г. Хабаровск, 680042,
e-mail: kotliarskii.av@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0004-8494-5614>;
e-mail: lapina.nv@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0301-8181>;
e-mail: zaost@ecrin.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7447-0406>

В настоящее время обсуждается вопрос о создании судостроительного кластера в Приморском крае. Предполагается, что объединение производителей судового оборудования, судовых комплектующих и конечной продукции будет способствовать эффективному развитию кооперации, локализации мощностей, снижению издержек и импортозависимости, а также позволит выстроить производственно-сбытовую цепочку от начала до конца. На основе форсайт-исследования рассмотрены вероятные условия формирования судостроительного кластера для Приморского края в перспективе до 2050 г. Изучены мировые тренды, определяющие направления развития судостроения в области робототехники, технологий искусственного интеллекта, гибридных двигателей и сборки корпусов судов. Выявлены возможные барьеры, которые могут оказать частичное или полное влияние на развитие кластера. Представлены сценарии развития кластера (пессимистичный и оптимистичный). Определены необходимые типы судов для внутренних потребностей Дальневосточного региона и внешнеторговой деятельности. Предложена балльно-рейтинговая система, которая позволит повысить эффективность кластера. Отдельное внимание уделено вопросу повышения степени контроля за экологической безопасностью кластера. Определены основные характеристики будущего судостроительного кластера и необходимые условия для его реализации. Изложены некоторые положительные эффекты от наличия судостроительного кластера в Дальневосточном регионе. Представлен возможный состав действующих предприятий кластера и определен перечень новых предприятий, которые необходимо создать во избежание зависимости от импортного оборудования. Выполнена предварительная оценка потребности в трудовых ресурсах для будущего кластера. Сделан вывод, что помимо базовых условий судостроительного кластера необходимо образовать дополнительно 14 предприятий смежных направлений общей численностью 31,6 тыс. человек. Для этого требуется обеспечить персонал жильем и улучшить социальную инфраструктуру.

Ключевые слова: форсайт-исследование, судостроительный кластер, прогнозирование, Приморский край, Дальневосточный регион.

Образец цитирования: Котлярский А.В., Лапина Н.В., Заостровских Е.А. Судостроительный кластер для Приморского края: облик будущего – 2050 // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 93–104. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-93-104.

Введение

В настоящее время остро обсуждается вопрос о создании судостроительного кластера в Приморском крае [3]. Предполагается, что объединение производителей судового оборудования, судовых комплектующих и конечной продукции будет способствовать эффективному развитию кооперации, локализации мощностей, снижению издержек и импортозависимости, а также позволит выстроить производственно-сбытовую цепочку от начала до конца [20]. Это новое направление для судостроительной отрасли Приморского края, которое будет создано в ближайшее время на основе передового зарубежного и отечественного опыта [1, 18, 29, 31, 33, 35, 38–40].

В общем смысле кластер (англ. cluster – скопление, кисть, рой) – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами [15].

Судостроительный кластер – это группа предприятий судостроительной области с идентичными технологиями, экономическими целями и единой маркетинговой политикой, сконцентрированной на региональном уровне (рис. 1).

В него могут входить как поставщики оборудования, полуфабрикатов и комплектующих, специальных услуг, инфраструктура, так и научно-исследовательские институты, вузы и другие организации, взаимодополняющие друг друга и усиливающие конкурентоспособность организаций и кластеров [30]. При этом ключевым является уникальность идеи создания кластера, а базовыми условиями выступают технологии, инновации, трудовые ресурсы и меры государственной поддержки.

В настоящее время создание кластеров преследует решение определенных задач: повышение конкурентоспособности страны, региона, отрасли, что является основой общегосударственной промышленной политики; формирование инновационной и инвестиционной активности; развитию взаимодействия крупного, малого бизнеса, науки, производства, финансового сектора экономики [8, 9].

Цель данной работы – представить облик будущего судостроительного кластера Приморского края и определить для него возможные решения, используя форсайт-метод.

Задачи данного исследования: выявить гло-

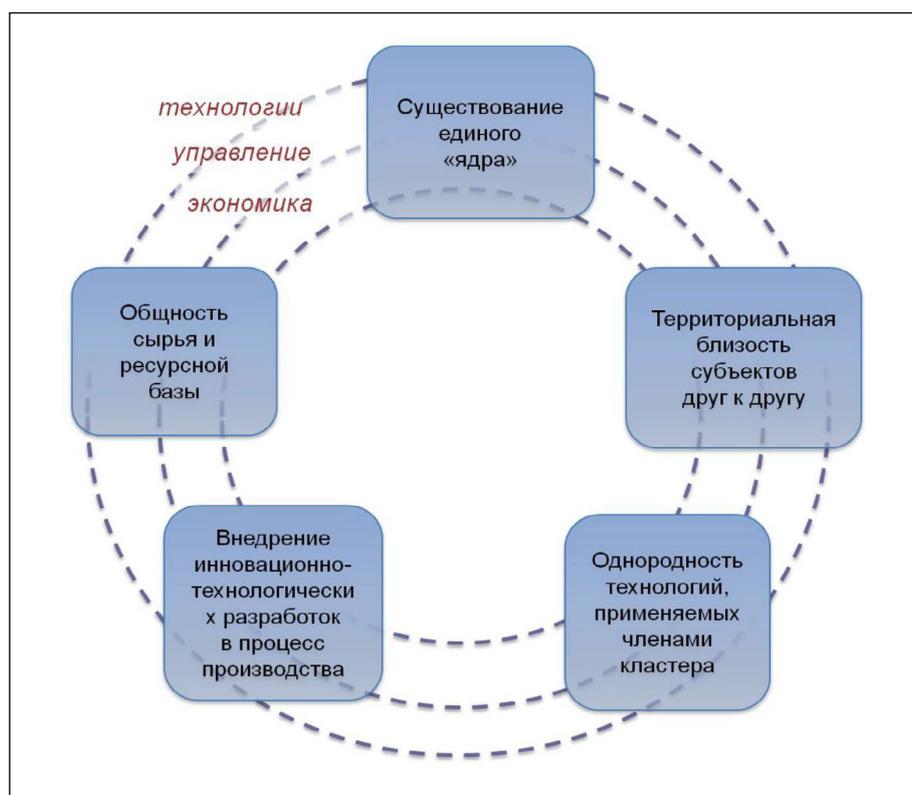


Рис. 1. Основные признаки кластера

Fig. 1. The main features of the cluster

бальные тренды развития морского транспорта и технологий; изучить основные барьеры в развитии судостроительного кластера и предложить пути по их преодолению; представить сценарии развития судостроительного кластера; предложить условия формирования судостроительного кластера.

Методика исследования

Для обоснования результатов работы использованы идеи, представленные в научных трудах отечественных и зарубежных ученых в области морского транспорта, судоходства, судостроения, судостроительного кластера, робототехники, ИИ технологий, гибридных двигателей. Методологической основой явились общенаучные методы, такие как формализация, группировка, анализ, синтез, сравнение и форсайт-метод.

Форсайт исследование – это метод групповой работы экспертов по изучению и конструированию будущего с учетом рисков реализации отрицательных трендов. Форсайт отличается от традиционных прогнозов нацеленностью на практические меры по повышению вероятности наступления, желаемого будущего. Поэтому в форсайте знания участников используются более целенаправленно [4, 13].

Результаты исследования

1. Глобальные тренды развития в области морского транспорта

До недавнего времени считалось, что мировое судостроение находится на пороге нового суперцикла, который был вызван не только новым экономическим бумом в Китае, как это наблюдалось в 2000-х гг., но и повторением бума судоходства, который имел место в период 2003–2008 гг., когда было заключено рекордное число контрактов на строительство судов [34, 36]. Однако события последних лет в мировом пространстве (геополитическая нестабильность; продолжающиеся сбои в цепочке поставок, вызванные пандемией COVID-19; рост цен на энергоносители и сырьевые товары; неопределенность в отношении выбора топлива и технологий) позволяют предположить, что принципиально новые технологии в судостроении, такие как новый суперцикл, придут значительно позже [11].

Вообще облик будущего кластера определяется как мировыми трендами развития судостроения в области робототехники, ИИ технологий, гибридных двигателей, так и возможными вариантами развития экономики Дальневосточного региона [24, 28].

Дальневосточный регион имеет уникальные экономико-географические характеристики и об-

ладает определенным потенциалом развития в области судостроения, поэтому одни тренды будут проявляться уже в ближайшее время, а другие – в отдаленной перспективе. Так, например, на Судостроительном комплексе «Звезда», который расположен в городе Большой Камень Приморского края, уже установлен отечественный роботизированный комплекс для сварки судостроительных конструкций, в том числе микропанелей [25]. Применение робототехники охватывает все стадии жизненного цикла строительства судна, поэтому другие направления в области робототехники в судостроительном кластере будут внедрены позже. Основные направления развития судостроительной отрасли, а также их влияние на кластер и Дальневосточный регион представлены в табл. 1.

Вместе с тем, если предположить, что данные направления будут интегрированы в будущий кластер Приморского края, то можно представить как прямое, так и косвенное влияние на судостроение и Дальневосточный регион. Так, например, роботизированные линии производства в кластере приведут к повышению уровня производительности труда, развитию новых сопутствующих направлений, и в то же время это скажется на изменении ценностей и образа жизни населения. В свою очередь применение при строительстве судов гибридных двигателей приведет к снижению уровня нагрузки на экологию, а также повышению уровня здоровья населения.

Кроме трендов в области технологий для кластера необходимо учитывать и новые типы морской техники [32, 36–40], которые уже существуют и могут в будущем получить широкое распространение и заменить существующие старые типы судов в Дальневосточном регионе. Такими могут стать:

- Суда с двигателями на сжиженном природном газе (СПГ), такие как контейнеровоз «Isla Bella» на 3100 TEU или скоростной пассажирский паром «Megaviglia». До спуска на воду «Isla Bella» СПГ-топливо применялось только на СПГ-танкерах, которые использовали «режим хода на кипении» (boil off);
- Полностью электрические крупные грузовые суда, такие как контейнеровоз «Birkeland». Благодаря отсутствию процесса сжигания топлива судно является высокоэкологичным;
- Суда с корпусом из углеродного волокна, такие как пассажирский паром «Future of the Fjords». Такой материал позволяет значительно уменьшить вес корпуса, за счёт чего снижаются расходы на топливо;

Global trends in the shipbuilding development

Направление	Влияние на судостроительный кластер	Эффекты для отрасли и Дальневосточного региона
Робототехника	Роботизированные линии производства; Роботы по чистке судов; Роботы-сварщики.	Повышение уровня производительности труда; Снижение спроса на трудовые ресурсы; Развитие новых сопутствующих направлений; Снижение количества брака в выпуске продукции; Оптимизация производственных процессов; Повышение эффективности и конкурентоспособности судостроения.
ИИ технологии	Прогнозирование; Аналитика; Помощь персоналу.	Снижение экономических рисков.
Новые материалы	Алюминий; Композитные материалы.	Удешевление и облегчение корпуса судна; Простота в эксплуатации судна.
Модульное размещение оборудования	Оборудование машинно-котельного отделения (МКО); Судовое оборудование.	Увеличение скорости строительства судов; Снижение риска поломки судна.
Гибридные двигатели	Снижение вредных выбросов в атмосферу; Уменьшение расхода топлива.	Снижение уровня нагрузки на экологию; Повышение уровня здоровья населения; Снижение потребления топлива.

Источник: составлено авторами на основе данных [32, 36–40]

- Безбалластные суда, такие как контейнеровоз «Electric Blue». Строительство таких судов позволит предотвратить перевозку микроорганизмов без установки дорогостоящего оборудования для очистки воды;
- Безэкипажные и автономные крупные грузовые суда. Среди преимуществ безэкипажного судна отмечают сокращение сроков и стоимости его строительства, а также эксплуатации;
- Суда на солнечной и ветровой энергии. Например, судно «Aquatius» для сбора данных по акватории или судно «E-Ship 1», которое использует роторные паруса для перевозки и установки ветротурбин [2, 14, 16, 22, 23].

Принимая во внимание тот факт, что образ будущего кластера будет строиться на прорывных технологиях, надлежит совершить качественный скачок в данной отрасли [32].

2. Основные барьеры в развитии судостроительного кластера и их последствия для региона

Следует учитывать возможные барьеры в развитии кластера. Определены пять возможных барьеров на мировом уровне и три на региональ-

ном, которые могут оказать частичное или полное влияние на его эффективность и общий облик.

Например, на мировом уровне существенным барьером может быть переход от глобализации к регионализации, что приведет к уменьшению размера судов, а также снижению заказов в международных проектах и, как следствие, приведет к проблемам перенятия зарубежного опыта научных исследований и разработок в области морских технологий.

Возможно, что в будущем на судостроительный кластер окажет влияние новая пандемия, которая, по мнению международных исследователей, повторится [36, 37]. В этой связи может появиться дефицит специалистов из-за ограничений по их перемещению; сбои в сроках выполнения заказов и в производственно-сбытовых цепочках, как это было отмечено в период пандемии COVID-19 [21].

В свою очередь на региональном уровне существенными барьерами может выступить дефицит провозной способности Восточного полигона (в 2024 г. дефицит составил 127 млн т) [7]. В последние годы провозная способность Восточ-

ного полигона ежегодно увеличивается (2021 г. – 144 млн т, 2022 г. – 158 млн т, 2023 г. – 173 млн т.), но мощностей для перевозки грузов явно не хватает [5]. Возможно, что в будущем данный вопрос полностью не будет решен, поскольку «...все «легкие» строительные мероприятия на железной дороге Восточного полигона уже завершены, а для создания новой инфраструктуры и новых линий потребуются более серьезные капиталовложения» [10]. Еще одним существенным барьером может стать дефицит судов, так как их большая часть устарела (средний возраст судов – 25 лет), а темпы строительства существенно ниже темпов выбытия. Это может привести к сбою производственно-бытовых цепочек, нарушению сроков выполнения заказов и, как следствие, ухудшению качества судостроительной продукции.

Кроме того, существенным барьером выступает дефицит трудовых ресурсов в силу старения населения страны, а также миграционного оттока населения из Дальневосточного региона, в том числе образовательная миграция [6, 10].

Для того чтобы будущий кластер имел шансы на успех, предложены некоторые идеи по преодолению предстоящих барьеров. Так, например, при условии снижения спроса на заказы следует придерживаться определенной стратегии: разра-

ботать программу «бережливое производство», предоставить дополнительные гарантии клиентам, а также развивать промышленную кооперацию, вовлекая новые региональные предприятия на основе взаимовыгодного сотрудничества. Вместе с тем данные направления надлежит развивать в комплексе, а также учитывать потребности экономики Дальнего Востока в региональных международных перевозках. Это позволит создать экономические связи между торговыми судами и потребностями экономики региона в целях обеспечения стабильного плана загрузки верфей, а также плана работ по импортозамещению основного судового комплектующего оборудования [26].

3. Сценарии развития судостроительного кластера

Следует учитывать два сценария развития: пессимистичный и оптимистичный. Схематично предполагаемые причины и результаты осуществления сценариев представлены на рис. 2.

Пессимистичный предполагает технологическое отставание, так как программа импортозамещения не будет реализована в полном объеме. Это объясняется возможной нехваткой) производственных мощностей, появлением дефицита квалифицированных кадров при слабой организации производства.

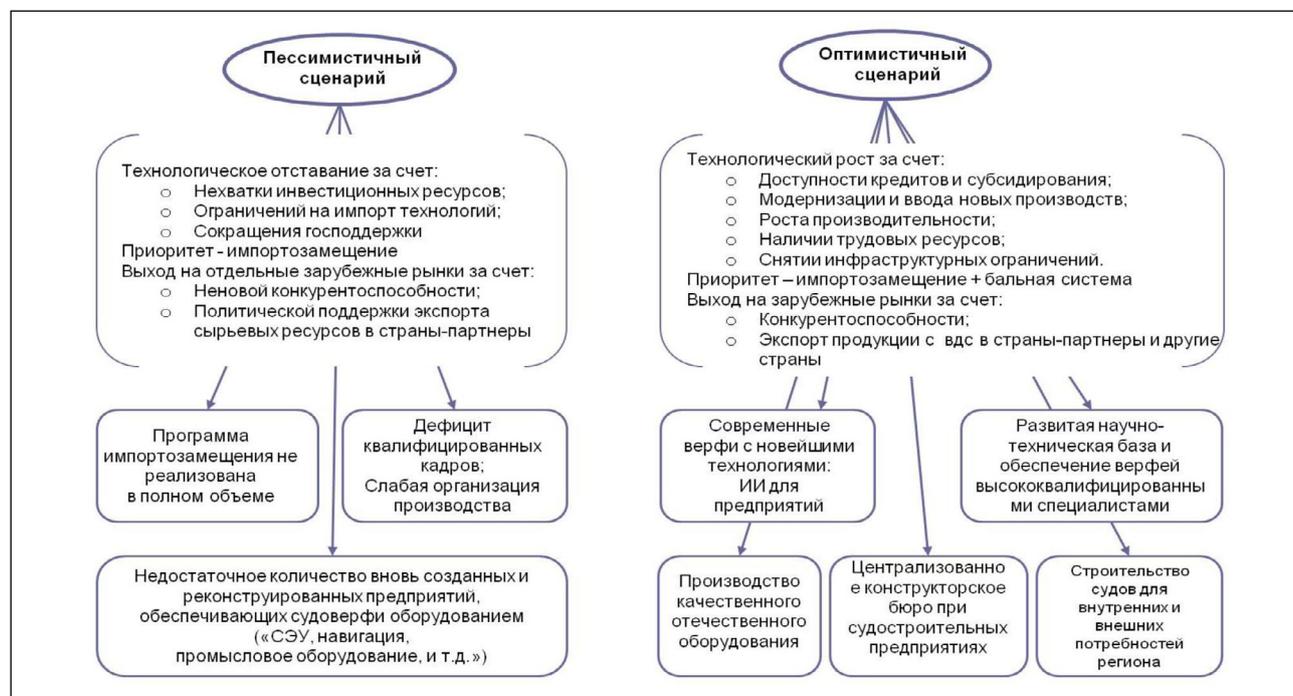


Рис. 2. Сценарии создания кластера

Fig. 2. Scenarios for the cluster creation

В то же время *оптимистичный сценарий* предполагает, что появится резкий рост в мировой торговле и повысится спрос на морские перевозки. На верфях, оснащенных новейшими технологиями, будут работать высококвалифицированные специалисты, опираясь на развитую научно-техническую базу. Необходимыми условиями оптимистичного сценария являются:

- В области технологий: модульный принцип компоновки корпуса судна; использование удаленно управляемых роботов на производстве; совершенствование технологий компьютерного инжиниринга на основе виртуальных систем моделирования.
- В области системы управления: разработка кодирования продукции по видам экономической деятельности – ОКПД 2; применение балльной системы в отношении судостроения и судового комплектующего оборудования. Эти направления только разрабатываются Минпромторг России совместно с Центром СКО [26].

Для внутренних потребностей Дальневосточного региона и внешнеторговой деятельности определены типы судов, необходимые в будущем:

- для внутренних потребностей региона – контейнеровозы; суда обеспечения; научно-исследовательские суда; ледоколы; пассажирские суда; безэкипажные и автономные крупные грузовые суда; суда на солнечной и ветровой энергии; мусорщики; землесосы; рыбопромысловые суда; суда типа «река-море» [17];
- для внешнеторговой деятельности – лихтеровозы; танкеры; балкеры; крупнотоннажные контейнеровозы; ролкеры, суда для генеральных грузов; безэкипажные и автономные крупные грузовые суда; суда с двигателями на сжиженном природном газе.

При этом важным является создание экономической связи между торговым флотом и потребностями экономики Дальневосточного региона в целях обеспечения стабильного плана загрузки судостроительного кластера, а также плана работ по импортозамещению основного судового комплектующего оборудования.

4. Предпосылки создания кластера, его цели и особенности развития

На данный момент для создания судостроительного кластера есть следующие предпосылки:

- наличие производственных мощностей;
- наличие компетенций и накопленного опыта в области судостроения и судоремонта;

- наличие образовательной и научной базы;
- внутренний спрос на строительство и ремонт судов.

Предполагается, что судостроительный кластер будет направлен на достижение следующих целей:

- привлечение в отрасль инвестиций и государственной поддержки;
- увеличение объемов производства;
- развитие производств изделий и комплектующих, в том числе импортозамещения;
- расширение действующих и формирование новых кооперационных связей между предприятиями разных сфер деятельности.

Особенность рассматриваемого судостроительного кластера для Приморского края состоит в идее обслуживания судов на всей стадии жизненного цикла от проектирования до утилизации. Предполагается, что в кластер войдут 5 действующих предприятий (АО «Центр судоремонта «Дальзавод», «Звезда», ПАО «Амурский судостроительный завод», АО «Находкинский судостроительный завод», АО «Восточная верфь»), судоремонтные предприятия (ДВЗ «Звезда», «Ливадия»). Кроме того, потребуется создать новые предприятия, необходимые для запуска производственного процесса – предприятия металлургические, приборо- и станкостроительные, по производству силовых энергетических установок (СЭУ), утилизационные заводы (табл. 2).

По предварительным оценкам, в судостроительном кластере Приморского края будет задействовано 29 предприятий и 47,6 тыс. человек. Из них 15 действующих предприятий на территории Приморского края с общей численностью трудовых ресурсов 15,6 тыс. человек и 14 – вновь созданных предприятий с суммарной численностью 31,6 тыс. человек. К новым предприятиям следует отнести 2 предприятия по производству силовых энергетических установок, 1 предприятие по производству металлопроката, 4 завода по утилизации судов, 2 предприятия по экологической безопасности, 5 станкостроительных предприятий. Для чего потребуется обеспечить кадры жильем и улучшить социальную инфраструктуру. Отдельное внимание уделено вопросу повышения степени контроля за экологической безопасностью кластера.

Также предполагается, что потребуются дополнительные меры государственной поддержки (снижение таможенных тарифов; субсидии на проведение работ по разработке, созданию и внедрению судового комплектующего оборудования;

Условия создания судостроительного кластера

Table2

Conditions for the shipbuilding cluster creation

Инфраструктура	Инновации
Портовая и складская инфраструктура; Подъездные пути; Железнодорожные магистрали; Площадки по разделке металлолома; Емкости для хранения ГСМ.	Программа САПР; Искусственный интеллект; Робототехника; Система WiMAX; Гигантский 3D-принтер.
Меры господдержки	Профессии
Лизинг гражданских судов; Программа импортозамещения; Снижение таможенных тарифов; Субсидии на проведение работ по разработке, созданию и внедрению судового комплектующего оборудования; Помощь в модернизации верфей; Помощь в проведении НИОКР; Визы для иностранных студентов; Освобождение от уплаты земельного налога.	Инженеры; Электромонтеры; Слесаря; Комплектовщики; Сварщики; Механики; Логисты; Аналитики в сфере ИИ; Операторы робототехники; Программисты-кодировщики; Инсталляторы; Контрагенты.
Аппарат управления	Предприятия
Централизованное объединение верфей; Административные территориальные органы; Конструкторские объединения; Государственный экологический надзор; Надзор в области обращения с отходами; Надзор в области охраны атмосферного воздуха; Надзор в области охраны водных объектов; Земельный надзор.	Судостроительные предприятия; Судоремонтные предприятия; Научно-исследовательские организации; Университеты; Предприятия по производству СЭУ; Металлургическое предприятие; Станкостроение; Утилизационные заводы; Предприятие по изготовлению датчиков; Приборостроительные предприятия.

Источник: составлено авторами

помощь в модернизации верфей; помощь в проведении НИОКР; визы для иностранных студентов; освобождение от уплаты земельного налога), инновации (ИИ, роботизация, система WiMAX и гигантский 3D-принтер). Кроме стандартных профессий возрастет необходимость в новых современных профессиях, таких как аналитики в сфере ИИ, операторы робототехники, программисты-инсталляторы и контрагенты [19].

Помимо стандартных мер поддержки предполагается, что будет создана балльная система поощрений. Она предполагает использование учета баллов за профессиональное развитие, коммуникационные навыки, руководство и управление проектами, инициатива, стаж работы. Балльная

система станет частью общей системы стимулирования работы кадров предприятий судостроения, судоремонта и судового комплектующего оборудования, которая будет создана в России [27].

Для улучшения ситуации по экологии кластера надлежит создать систему экологической безопасности. Важными элементами являются датчики потребления электроэнергии и качества воздуха, интеллектуальная система управления, системы тревожной сигнализации и управления отходами. Однако, изучив используемое в настоящее время оборудование, важно отметить, что две из пяти предлагаемых позиций производятся в Китае.

Во избежание зависимости от импортного оборудования надлежит создать собственное производство в Приморском крае и включить эти предприятия в судостроительный кластер. Также для системы контроля понадобятся специалисты по мониторингу энергопотребления, IT-специалисты, разработчики программного обеспечения, специалисты по утилизации отходов.

Заключение

Резюмируя, отметим, что судостроительный кластер Приморского края должен обладать следующими характеристиками:

- располагать необходимыми элементами на всей стадии жизненного цикла от проектирования до утилизации;
- использовать кластерный подход, при котором соблюдается вся производственно-сбытовая цепочка от начала до конца;
- включать сопутствующие предприятия Дальневосточного региона для взаимовыгодного партнерства путем промышленной кооперации;
- развивать долгосрочные отношения с будущими участниками судостроительного кластера;
- привлекать и готовить высококвалифицированные кадры;
- взаимодействовать с образовательными организациями и промышленными предприятиями с целью развития научных исследований и инновационной деятельности в Дальневосточном регионе;
- иметь необходимые преференции;
- учитывать экономические, экологические и социальные аспекты региона;
- развивать международное сотрудничество.

Полагаем, что реализация вышеперечисленных мероприятий позволит образовать конкурентоспособный судостроительный кластер в Приморском крае, особенностью которого является обслуживание судов на всех этапах их жизненного цикла, и в который будут входить 14 новых предприятий с 31,6 тыс. рабочих мест.

Благодарность: *Выражаем благодарность организаторам конгресса – ООО «НЕВА – Интернэшнл», правительству Приморского края и НИУ «Высшая школа экономики» в организации «Морского конгресса – Дальний Восток», который прошел 30–31 мая 2024 г. (кампус ДВФУ, о. Русский), г. Владивосток (<https://www.vld.nevacongress.com/>). Особую благодарность выражаем программному директору Демиденко Анастасии Сергеевне за уникальную возможность представить исследовательские проекты*

студентам вузов г. Владивостока на молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта».

Данная работа была выполнена в рамках «Морского конгресса – Дальний Восток» молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта», которая прошла 30–31 мая 2024 г. (кампус ДВФУ, о. Русский), г. Владивосток (<https://www.vld.nevacongress.com/>) [12].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бардаль А.Б., Заостровских Е.А. Дальний Восток – 2050: транспортная инфраструктура международного сотрудничества // Проблемы Дальнего Востока. 2012. № 5. С. 3–13.
2. Беспилотный электрический контейнеровоз выполнил первый рейс // Naked Science. 2023. URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/be-spilotnyj-elektricheskij-kontejnerovoz> (дата обращения: 10.06.2024).
3. В Приморье создадут судостроительный кластер // Морские вести России. 2024. URL: <https://morvesti.ru/news/1679/109412/> (дата обращения: 11.06.2024).
4. Ван Рай В. Зарождающиеся тенденции и «джокеры» как инструменты формирования и изменения будущего // Форсайт. 2012. Т. 6, № 1. С. 60–72.
5. Владимиров Е. Доигрались: мощностей Восточного полигона не будет хватать все следующие 10 лет // Морские вести России. 2024. № 2. С. 46–48.
6. Грицко М.А. Демографическая динамика Дальнего Востока и ее компоненты: итоги 2014–2023 гг. // Власть и управление на Востоке России. 2024. № 2 (107). С. 36–42. DOI: 10.22394/1818-4049-2024-107-2-36-42.
7. Дефицит провозной способности Восточного полигона составил 134 млн тонн // Морские вести России. 2022. URL: <https://morvesti.ru/news/1678/99954/> (дата обращения: 14.05.2024).
8. Евсеенко С.В., Щукин Е.Ю. Кластер и корпорация: сравнительный анализ организации // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2010. № 4. С. 108–111.
9. Загородников К.А., Просвирина Н.В. Сущность и классификация кластеров в современной инновационной экономике // Эконо-

- мика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 12. С. 107–117.
10. Заостровских Е.А. IX Восточный экономический форум // *Пространственная экономика*. 2024. Т. 20, № 3. С. 197–200. DOI: 10.14530/se.2024.3.197-200.
 11. Заостровских Е.А. Мировой рынок судостроения: тенденции и перспективы развития // *Научные проблемы водного транспорта*. 2023. № 3. С. 132–140. DOI: 10.37890/jwt.vi76.397.
 12. Заостровских Е.А. Морской конгресс – Дальний Восток // *Пространственная экономика*. 2024. Т. 20, № 2. С. 183–186. URL: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2024.2.183-186>.
 13. Иванова Л.Н., Ворончихина С.Р. Метод форсайт-исследований для прогнозирования развития предприятия // *Экономика, экология и общество России в 21-м столетии*. 2021. Т. 1, № 1. С. 267–276. DOI: 10.52899/9785883036230_267.
 14. Использование углеродного волокна в судостроении. URL: <https://www.tchaintech.com/RU/CDETAIL/The-application-of-carbon-fiber-in-shipbuilding> (дата обращения: 26.05.2024).
 15. Каждый проект «Звезды» – знаковый // *Konkurent.ru*. URL: <https://konkurent.ru/article/34619> (дата обращения: 30.05.2024).
 16. Кластеры: понятие, условия возникновения и функционирования // *Вестник СГТУ*. 2008. Т. 3, № 1. С. 129–134. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klastery-ponyatie-usloviya-vozniknoveniya-i-funktsionirovaniya> (дата обращения: 16.06.2024).
 17. Конструкционные особенности безбалластных судов // *Судостроение.инфо*. 2024. URL: <https://sudostroenie.info/novosti/18546.html> (дата обращения: 08.09.2024).
 18. ООО «ССК Звезда» // *Водный транспорт*. 2024. URL: <https://fleetphoto.ru/entities/1335/> (дата обращения: 16.05.2024).
 19. Осипов В.А., Жилина Л.Н., Астафурова И.С. Практика государственной поддержки судостроения в странах зарубежья // *Известия ДВФУ. Экономика и управление*. 2016. № 1. С. 77–86. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.54930>.
 20. Перспективы развития судостроительной промышленности России в современных условиях. Меры государственной поддержки. 2023. URL: <https://portal.yarregion.ru/upload/iblock/4ad/a082w0gzxufta89wqr6j83jtc0b-0kri/10.%209E%D0%B3%D0%B8%D0%B5%D0%B%BE83%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf> (дата обращения: 17.05.2024).
 21. План мероприятий по импортозамещению в судостроительной отрасли РФ. Приказ Минпромторга РФ от 31 марта 2015 г. № 661. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-31032015-n-661-ob-utverzhdanii/> (дата обращения: 12.06.2024).
 22. Плетнёв Д.А., Козлова Е.В. Особенности поведения быстрорастущих российских компаний в пандемию // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2022. № 12 (470). С. 141–149.
 23. По норвежским фьордам курсирует первый в мире полностью электрический катамаран // *KPRU*. 2018. URL: <https://www.kpru.ru/daily/26832/3871701/> (дата обращения: 22.03.2024).
 24. Проблемы и перспективы безэкипажных судов // *Судостроение.инфо*. 2024. URL: <https://sudostroenie.info/novosti/19589.html> (дата обращения: 22.05.2024).
 25. Синтез научно-технических и экономических прогнозов: Тихоокеанская Россия – 2050 / под ред. П.А. Минакира, В.И. Сергиенко. Владивосток: Дальнаука, 2011. 912 с.
 26. Стоянов Д.О. Практические аспекты импортозамещения и локализации в судостроении // По материалам Форума «Арктика – Регионы», г. Архангельск (12-14 апреля 2023 г.). URL: <https://arcticports.ru/uchastnikam/translyatsiya> (дата обращения: 12.06.2024).
 27. Судостроительный инновационный территориальный кластер Архангельской области // *Карта кластеров России*. URL: <https://map.cluster.hse.ru/cluster/47> (дата обращения: 17.05.2024).
 28. Тихоокеанская Россия – 2030: сценарное прогнозирование регионального развития / под ред. П.А. Минакира. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2010. 560 с.
 29. Торопчин А.И., Аранович В.Ю., Александров Е.В. Создание Северо-Западного судостроительного кластера и модернизация производственных мощностей его потенциальных участников в обеспечение реализации Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 г. // *Судостроение*. 2021. № 6 (859). С. 3–7.
 30. Dekhtyaruk Y., Karyshev I., Korableva M., Velikanova N., Edelkina A., Karasev O., Klubova

M., Bogomolova A., Dyshkant N. Foresight in Civil Shipbuilding – 2030 // Foresight-Russia. 2014. N 2. P. 30–45.

31. Lee Y.-S. Balanced development in globalizing regional development? Unpacking the new regional policy of South Korea // *Regional Studies*. 2009. N 43. P. 353–367.
32. Maritime Society in the Era of Global Warming – A Message from the Year 2050. Ocean Policy Research Foundation, 2009.
33. Mudan Z., Yihui Z. The development thoughts and countermeasures on the shipbuilding industry cluster in the ecological economic zone of Dongting Lake // *Business*. 2014. N 2. P. 301.
34. Sawyer L.A., Mitchell W.H. *The Liberty Ships: The History of the «Emergency» Type Cargo Ships Constructed in the United States During the Second World War*. 2nd Edition. Lloyd's of London Press Ltd., London, England, 1985. 253 p.
35. Shin D.-H., Hassink R. Cluster Life Cycles: The Case of the Shipbuilding Industry Cluster in South Korea // *Regional Studies*. 2011. N 10. P. 1387–1402. DOI: 10.1080/00343404.2011.579594.
36. Shipping and shipbuilding markets. BRS GROUP – Annual Review 2020 // BRS Shipbrokers. URL: <https://www.brsbrokers.com/annual-review2020.html> (дата обращения: 15.06.2024).
37. Shipping and shipbuilding markets. BRS GROUP – Annual Review 2023 // BRS Shipbrokers. URL: <https://www.brsbrokers.com/annual-review2023.html> (дата обращения: 15.06.2024).
38. Transport 2040. Automation, Technology, Employment // World Maritime University. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21677/itf.20190104>.
39. Transport 2040. Autonomous ships: A new paradigm for Norwegian shipping // World Maritime University. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21677/itf.20190715>.
40. Transport 2040. Impact of Technology on Seafarers // World Maritime University. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21677/itf.20191018>.

REFERENCES:

1. Bardal A.B., Zaostrovskikh E.A. Far East – 2050: transport infrastructure for international cooperation. *Problemy Dal'nego Vostoka*, 2012, no. 5, pp. 3–13. (In Russ.).
2. An unmanned electric container ship completed its first flight. *Naked Science*, 2023. Available at: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/bespilotnyj-elektricheskij-kontejnerovoz> (accessed: 10.06.2024). (In Russ.).
3. A shipbuilding cluster will be created in Pri-

morye. *Morskie vesti Rossii*, 2024. Available at: <https://morvesti.ru/news/1679/109412/> (accessed: 11.06.2024). (In Russ.).

4. Van Rai V. Emerging trends and “jokers” as tools for shaping and changing the future. *Forsait*, 2012, vol. 6, no. 1, pp. 60–72. (In Russ.).
5. Vladimirov E. We've played it out: the capacities of the Eastern polygon will not be enough for the next 10 years. *Morskie vesti Rossii*, 2024, no. 2, pp. 46–48. (In Russ.).
6. Gritsko M.A. Demographic dynamics of the Far East and its components: results of 2014–2023. *Vlast' i upravlenie na Vostoke Rossii*, 2024, no. 2 (107), pp. 36–42. (In Russ.). DOI: 10.22394/18184049-2024-107-2-36-42.
7. The deficit in the carrying capacity of the Eastern landfill amounted to 134 million tons. *Morskie vesti Rossii*, 2022. Available at: <https://morvesti.ru/news/1678/99954/> (accessed: 14.05.2024). (In Russ.).
8. Evseenko S.V., Shchukin E.Yu. Cluster and corporation: a comparative analysis of the organization. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya «Ekonomika»*, 2010, no. 4, pp. 108–111. (In Russ.).
9. Zagorodnikov K.A., Prosvirina N.V. The essence and classification of clusters in the modern innovative economy. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*, 2018, vol. 8, no. 12, pp. 107–117. (In Russ.).
10. Zaostrovskikh E.A. IX Eastern Economic Forum. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2024, vol. 20, no. 3, pp. 197–200. (In Russ.). DOI: 10.14530/se.2024.3.197-200.
11. Zaostrovskikh E.A. Global Shipbuilding Market: Trends and Development Prospects. *Nauchnye problemy vodnogo transporta*, 2023, no. 76, pp. 132–140. (In Russ.). DOI: 10.37890/jwt.vi76.397.
12. Zaostrovskikh E.A. Maritime Congress – Far East. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2024, vol. 20, no. 2, pp. 183–186. (In Russ.). DOI: 10.14530/se.2024.2.183-186.
13. Ivanova L.N., Voronchikhina S.R. The method of foresight research for forecasting the development of an enterprise. *Ekonomika, ekologiya i obshchestvo Rossii v 21-m stoletii*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 267–276. (In Russ.). DOI: 10.52899/9785883036230_267.
14. *Ispol'zovanie uglerodnogo volokna v sudostroenii* (The use of carbon fiber in shipbuilding). Available at: <https://www.tchaintech.com/RU/CDE-TAIL/The-application-of-carbon-fiber-in-shipbuilding> (accessed: 26.05.2024). (In Russ.).

15. Each project of the «Star» is a landmark one. *Konkurent.ru*. Available at: <https://konkurent.ru/article/34619> (accessed: 30.05.2024). (In Russ.).
16. Clusters: the concept, conditions of occurrence and functioning. *Vestnik SGTU*, 2008, vol. 3, no. 1, pp. 129–134. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/klastery-ponyatie-usloviya-vozniknoveniya-i-funktsionirovaniya> (accessed: 16.06.2024). (In Russ.).
17. Structural features of ballast-free vessels. *Sudostroenie.info*. 2024. Available at: <https://sudostroenie.info/novosti/18546.html> (accessed: 08.09.2024). (In Russ.).
18. LLC SSK Zvezda. *Vodnyi transport*. 2024. Available at: <https://fleetphoto.ru/entities/1335/> (accessed: 16.05.2024). (In Russ.).
19. Osipov V.A., Zhilina L.N., Astafurova I.S. The practice of state support of shipbuilding in foreign countries. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravlenie*, 2016, no. 1, pp. 77–86. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.54930>.
20. *Perspektivy razvitiya sudostroitel'noi promyshlennosti Rossii v sovremennykh usloviyakh. Mery gosudarstvennoi podderzhki* (Prospects for the development of the Russian shipbuilding industry in modern conditions. Measures of state support). 2023. Available at: <https://www.yarregion.ru>. (accessed: 17.05.2024). (In Russ.).
21. *Plan meropriyatii po importozameshcheniyu v sudostroitel'noi otrasli RF. Prikaz Minpromtorga RF ot 31 marta 2015 g. № 661* (Action plan for import substitution in the shipbuilding industry of the Russian Federation. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation no. 661 dated marta 31, 2015). Available at: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-31032015-n-661-ob-utverzhenii/> (accessed: 12.06.2024). (In Russ.).
22. Pletnev D.A., Kozlova E.V. Features of the behavior of fast-growing Russian companies in the pandemic. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2022, no. 12 (470), pp. 141–149. (In Russ.).
23. The world's first all-electric catamaran cruises through the Norwegian fjords. *KP.RU*. 2018. Available at: <https://www.kp.ru/daily/26832/3871701/> (accessed: 22.03.2024). (In Russ.).
24. Problems and prospects of unmanned vessels. *Sudostroenie.info*. 2024. Available at: <https://sudostroenie.info/novosti/19589.html> (accessed: 22.05.2024). (In Russ.).
25. *Sintez nauchno-tekhnicheskikh i ekonomicheskikh prognozov: Tikhookeanskaya Rossiya – 2050* (The Synthesis of Scientific-Technological and Economic Forecasts: Pacific Russia – 2050), P.A. Minakir, V.I. Sergienko. Eds. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2011. 912 p. (In Russ.).
26. Stoyanov D.O. Practical aspects of import substitution and localization in shipbuilding. *Po materialam Foruma «Arktika – Regiony», g. Arkhangel'sk (12-14 aprelya 2023 g.)*. Available at: <https://arcticports.ru/uchastnikam/translyatsiya> (accessed: 12.06.2024). (In Russ.).
27. Shipbuilding innovative territorial cluster of the Arkhangelsk region. *Karta klasterov Rossii*. Available at: <https://map.cluster.hse.ru/cluster/47> (accessed: 17.05.2024). (In Russ.).
28. *Tikhookeanskaya Rossiya – 2030: stsennoe prognozirovanie regional'nogo razvitiya* (Pacific Russia – 2030: scenario forecasting of regional development), P.A. Minakir Ed. Khabarovsk: IER FEB RAS, 2010. 560 p. (In Russ.).
29. Toropchin A.I., Aranovich V.Yu., Alexandrov E.V. Creation of the North-Western shipbuilding cluster and modernization of production capacities of its potential participants to ensure the implementation of the Strategy for the development of the shipbuilding industry for the period up to 2035. *Sudostroenie*, 2021, no. 6 (859), pp. 3–7. (In Russ.).
30. Dekhtyaruk Y., Karyshev I., Korableva M., Velikanova N., Edelkina A., Karasev O., Klubova M., Bogomolova A., Dyshkant N. Foresight in Civil Shipbuilding – 2030. *Foresight-Russia*, 2014, no. 2, pp. 30–45.
31. Lee Y.-S. Balanced development in globalizing regional development? Unpacking the new regional policy of South Korea. *Regional Studies*, 2009, no. 43, pp. 353–367.
32. *Maritime Society in the Era of Global Warming – A Message from the Year 2050*. Ocean Policy Research Foundation, 2009.
33. Mudan Z., Yihui Z. The development thoughts and countermeasures on the shipbuilding industry cluster in the ecological economic zone of Dongting Lake. *Business*, 2014, no. 2, pp. 301.
34. Sawyer L.A., Mitchell W.H. *The Liberty Ships: The History of the «Emergency» Type Cargo Ships Constructed in the United States During the Second World War*. 2nd Edition. Lloyd's of London Press Ltd., London, England, 1985. 253 p.
35. Shin D.-H., Hassink R. Cluster Life Cycles: The Case of the Shipbuilding Industry Cluster in South Korea. *Regional Studies*, 2011, no. 10, pp. 1387–1402. DOI: 10.1080/00343404.2011.579594.

36. Shipping and shipbuilding markets. BRS GROUP – Annual Review 2020. *BRS Shipbrokers*. Available at: <https://www.brsbrokers.com/annualreview2020.html> (accessed: 15.06.2024).
37. Shipping and shipbuilding markets. BRS GROUP – Annual Review 2023. *BRS Shipbrokers*. Available at: <https://www.brsbrokers.com/annualreview2023.html> (accessed: 15.06.2024).
38. Transport 2040. Automation, Technology, Employment. *World Maritime University*. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21677/itf.20190104>.
39. Transport 2040. Autonomous ships: A new paradigm for Norwegian shipping. *World Maritime University*. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21677/itf.20190715>.
40. Transport 2040. Impact of Technology on Seafarers. *World Maritime University*. 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.21677/itf.20191018.%D0%9E%D0%B3%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%A1%D1%83%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf (дата обращения: 17.05.2024).

SHIPBUILDING CLUSTER FOR THE PRIMORSKY TERRITORY: THE SHAPE OF THE FUTURE – 2050

A.V. Kotlyarsky, N.V. Lapina, E.A. Zaostrovskikh

Currently, the issue of creating a shipbuilding cluster in the Primorsky Territory is being discussed. It is assumed that The association of manufacturers of ship equipment, ship components and final products will contribute to the effective development of cooperation, localization of capacities, cost reduction and import dependence, and will also allow building a supply chain from beginning to end. On the foresight study basis, probable conditions for the Primorsky Territory shipbuilding cluster formation in the future, up to 2050, are considered. The world trends of shipbuilding development in the field of robotics, artificial intelligence technologies, hybrid engines and hull assembly technology have been studied by the authors. It has been identified possible barriers that might have a partial or complete impact on the cluster development. The authors have presented the cluster development scenarios (pessimistic and optimistic). Necessary types of vessels have been defined for the Far Eastern region domestic needs and foreign trade activities. It is proposed the point-rating system aimed to improve the efficiency of the cluster. Special attention is paid to the environmental safety of the cluster. The main characteristics of the future shipbuilding cluster and necessary conditions for its creation have been outlined, as well as positive effects of the shipbuilding cluster presence in the Far East. It is presented the existing enterprises composition of the cluster and determined the list of new enterprises to be created in order to avoid a dependence on imported equipment. The authors have made a preliminary assessment for the future cluster need in human resources. It is concluded that it is necessary to create an additional 14 enterprises of related areas with a total number of 31.6 thousand people. At this, the staff will require housing and good social infrastructure.

Keywords: *foresight research, shipbuilding cluster, forecasting, Primorsky Territory, Far Eastern region.*

Reference: Kotlyarsky A.V., Lapina N.V., Zaostrovskikh E.A. Shipbuilding cluster for the Primorsky Territory: the shape of the future – 2050. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 93–104. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-93-104.

Поступила в редакцию 06.10.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 338.47:004

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СУДОСТРОЕНИЯ В РОССИИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Е.А. Эннс¹, Е.А. Заостровских^{1,2}

¹Дальневосточный федеральный университет,
Политехнический институт (Школа),
п. Аякс 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922;

²Институт экономических исследований ДВО РАН,
ул. Тихоокеанская 153, г. Хабаровск, 680042,
e-mail: enns@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3148-4998>;
e-mail: zaost@ecrin.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7447-0406>

В настоящее время цифровизация – основная тенденция развития мирового и отечественного судостроения. Предполагается, что цифровизация судостроения позволит автоматизировать процессы производства, а также преобразовать подходы и методы управления. Исследованы процессы трансформации цифровизации судостроения, происходящие в мире и в России. Раскрыто понятие цифровизации и её особенности применительно к судостроительной отрасли. Изучены положительные аспекты цифровой трансформации судостроения и проанализированы её отрицательные последствия. Выделены мировые тренды, определяющие основные направления развития цифровизации судостроения, такие как робототехника, искусственный интеллект, цифровой двойник, блокчейн, 3D-печать, Интернет вещей. Представлены передовые подходы к развитию цифровизации судостроения в Германии, Республике Корея и Австралии. Особый акцент сделан на исследование особенностей цифрового судостроения в рамках Индустрии 4.0. Отдельное внимание уделено особенностям цифрового судостроения в России. Выделены достоинства и недостатки в становлении и развитии цифрового российского судостроения. Отмечены ключевые направления цифровизации судостроения. Сформулированы некоторые рекомендации по дальнейшему развитию и цифровой трансформации отечественного судостроения.

Ключевые слова: цифровизация судостроения, технологии искусственного интеллекта, робототехника, искусственный интеллект, цифровой двойник, блокчейн, 3D-печать, Интернет вещей.

Образец цитирования: Эннс Е.А., Заостровских Е.А. Цифровизация судостроения в России через призму мировых тенденций // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 105–116. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-105-116.

Введение

На сегодняшний день цифровизация – это явление, которое наблюдается во всех ключевых областях и сферах. Судостроение не является исключением. Промышленные предприятия прилагают определённые усилия для того, чтобы совершить переход – осуществить цифровую трансформацию. Цифровая трансформация – это многогранное и сложное понятие, которое в контексте промышленного развития означает следующее: во-первых, перестройка всех производствен-

ных мощностей на новый лад, что выражается не просто в автоматизации, которая до этого и так совершилась, но и в активном использовании цифровых технологий, тотальном технологическом обновлении; во-вторых, использование технологий искусственного интеллекта, больших данных, цифровых двойников и пр., за счёт которых снижаются издержки, а также сокращается производственный цикл, обеспечивается экономический рост; в-третьих, вырабатываются качественно новые подходы и управленческие методы [14].

Материалы и методы исследования

Методологической основой данной работы явились различные способы исследования: аналитический, сравнительный, экспертный. Источники данных, используемые для анализа в этой статье, включают вторичные данные, взятые из официальных отчётов судостроительных компаний и отраслевых сайтов.

Целесообразно теперь более подробно раскрыть основные моменты, в которых отражается цифровая трансформация. Так, отечественные контрагенты и поставщики сырьевых ресурсов в области судостроения переходят на электронные бизнес-платформы, используют соответствующие цифровые сервисы. С одной стороны, это значительно упрощает как коммуникацию, так и сопутствующие бизнес-процессы. С другой стороны, возникает потребность в том, чтобы сохранить целостность соответствующего бизнес-сообщества, обеспечить синхронность в развитии. Поэтому так важна единая технологическая и информационная база, а также общие принципы, которых будут придерживаться все участники. Функционирование и развитие такого рода базы необходимо именно в контексте Индустрии 4.0.

Цифровые технологии на сегодняшний день – это не просто инструмент, за счёт которого повышается конкурентоспособность отечественных производителей и отрасли в целом, но и жизненно необходимое средство, которое гарантирует, что субъект (поставщик или производитель) останется на рынке. Именно цифровые технологии обеспечивают, с одной стороны, значительное повышение качества судостроения, с другой стороны – снижают себестоимость производства, сокращают сроки изготовления судостроительной продукции. Кроме того, нельзя также игнорировать и тот момент, что за счёт цифровизации можно в полной мере соблюсти принцип устойчивого развития в контексте судостроения.

Итак, для большей наглядности целесообразно охарактеризовать цифровую трансформацию промышленности, выделить основные признаки и принципы, по которым она развивается.

Как уже было отмечено, цифровая трансформация представляет собой внедрение ряда технологий и современных принципов, инструментов в производственные и бизнес-процессы. Прежде всего, цифровизация обладает технологической стороной, так как предполагает, что внедряются соответствующие технологии, используется современное оборудование, программное обеспечение и пр. С другой стороны, речь идёт

об управленческих и корпоративных принципах, о новых инструментах в коммуникации и пр. Как итог: повышается не просто производительность, увеличиваются технологические мощности, но также сотрудники становятся более продуктивными, а уровень сервиса в контексте работы с клиентами улучшается [15].

Когда речь идёт о цифровизации отдельно взятого предприятия – имеется в виду его полное внешнее и внутреннее преобразование, обновление. Однако, цифровизация отрасли – уже более сложное явление, которое предполагает не просто трансформацию совокупности предприятий, но и нечто большее: меняется сама внутренняя и внешняя среда. Цифровая трансформация всегда осуществляется в тесной связи с целым рядом других экономических, информационных, технологических процессов.

Необходимо отметить, что цифровая трансформация охватывает разные отрасли и предприятия. Можно условно их поделить на виртуальные компании и компании реальные. Соответственно, по такому признаку трансформация имеет свои особенности, не говоря уже, что также специфику трансформации во многом определяет сама по себе отрасль.

Виртуальный сектор включает в себя провайдеров, операторов связи, Интернет-СМИ, а также предприятия и компании, которые функционируют исключительно при помощи онлайн-платформ.

В реальном секторе всё аккумулируется, напротив, на материальных ресурсах, на активах, которые относятся именно к физическому миру. Компании собирают данные для того, чтобы создать и использовать цифровые двойники. При помощи цифровых двойников можно выявить особенности использования тех или иных инструментов, способов производства и управления и пр.

Виртуальные компании уже давно трансформировались. Можно отметить, что, собственно, сама по себе цифровая трансформация и явилась главной подоплёкой образования виртуальных компаний. Компании реального сектора, в любом случае, всегда будут тесно связаны с ресурсами физического мира. Однако это не означает, что им не под силу цифровая трансформация. Напротив, в определённом смысле их цифровая трансформация будет заметна гораздо больше, нежели в виртуальном секторе, так как в последнем цифровые технологии сливаются с существующими активами и ресурсами компании [13].

Анализ цифровизации судостроения в мире

В настоящее время свыше половины промышленных предприятий развиваются по уже разработанной программе цифровой трансформации. Причём около четверти предприятий перестраиваются на новый лад менее чем за год, а остальные предприятия проходят трансформацию в течение нескольких лет. Данные показатели относятся по большей части к крупным игрокам, которые лидируют в судостроительной отрасли.

При всём этом большая часть предприятий запускает очень много пилотных проектов. Это означает, что пока цифровая трансформация не охватывает в полной мере всё производство, а обладает ограниченным по времени и объёмам действия характером. Тем не менее, даже такие результаты на сегодняшний день можно считать значительными.

Пилотный проект создаётся и реализуется для того, чтобы технологии, которые предполагается использовать в дальнейшем на постоянной основе, были протестированы, можно было выявить и устранить ошибки, недостатки, а также морально подготовить сотрудников к трансформации. В целом цифровую трансформацию сегодня можно рассматривать как основу для инновационного и инвестиционного развития предприятия.

Что ещё немаловажно отметить, так это то, что именно за счёт цифровых технологий так называемый «порог входа» во многих отраслях стал значительно ниже. С одной стороны, это хорошо, так как очень многие молодые компании могут выйти на рынок. С другой стороны – появляется значительное количество конкурентов. При этом конкуренция стимулирует развитие отрасли в целом, повышение качества и объёмов производимой продукции [10].

За счёт цифровой экономики появляется значительное количество возможностей для отдельных предприятий и отрасли в целом. Сокращаются затраты таких ресурсов, как время, кадровые ресурсы, материальные средства и пр.

Итак, можно выделить следующие положительные стороны цифровой трансформации:

- производственные мощности оптимизируются – вычисляется идеальное соотношение между затрачиваемыми ресурсами и получаемыми выгодами;
- производительность труда возрастает, так как многие процессы не просто автоматизируются, а применяются качественно новые технологии, в том числе искусственный интеллект;
- значительно оптимизируются управленческие

процессы – во-первых, благодаря цифровым технологиям стало возможно рядом процессов управлять дистанционно, осуществлять контроль на расстоянии; во-вторых, использовать инновационные методы управления, менеджмента, маркетинга и коммуникации в целом, а также обеспечить децентрализованное управление, которое в нынешних реалиях наиболее эффективно;

- значительно снижаются угрозы – как экономические, так и технологические. Так, автоматизированные процессы протекают максимально обособленно от влияния человеческого фактора, таким образом, возрастает качество продукции, а также снижаются риски, связанные с разного рода авариями, чрезвычайными происшествиями и пр.

При всех обозначенных положительных характеристиках цифровой экономики имеются и некоторые недостатки, которые также целесообразно обозначить:

- появление новых угроз информационной безопасности, а также чрезмерная зависимость от технологий. Так, например, если будет совершена какая-либо атака или цифровая технология выйдет из строя, то могут остановиться производственные мощности;
- сокращаются рабочие места, что неизменно приводит к безработице. Даже те специалисты, которые имеют возможность повысить квалификацию и получить новые знания, приобрести необходимые навыки, могут столкнуться с тем, что временно им будет недоступно трудоустройство, так как сначала необходимо переобучиться;
- кадровый потенциал может снижаться, и связано это с тем, что специалисты просто не успевают за развитием новых технологий. Так, для того, чтобы эффективно работать с искусственным интеллектом, Интернетом вещей и другими цифровыми технологиями, необходимо иметь определенные знания и опыт;
- системное мышление сокращается, так как на его смену приходит компьютерное. С одной стороны, мышление становится скоростным, однако, с другой стороны, – достаточно поверхностным, ввиду того, что подчиняется одним и тем же алгоритмам. Таким образом, трудно должным образом выработать реакции на определённые нестандартные ситуации. Кроме того, практически отсутствует комплексно-целевое и причинно-следственное мышление;

- снижается креативность – идеи лежат «на поверхности», буквально в свободном доступе. Такой подход считается выгодным и наиболее быстрым. При этом не создаётся что-либо оригинальное. Все идеи подчиняются общим, стереотипным правилам.

В рамках Промышленности 4.0 предполагается создание «умных заводов», которые будут представлять собой систему, компоненты которой тесным образом связаны друг с другом. При всём этом планируется, что производство будет строиться вокруг потребительских интересов. Кроме того, как уже отмечалось, цифровые технологии позволят реализовать в полной мере принцип устойчивого развития, в соответствии с которым экономится энергия, а отходы производства максимально могут быть переработаны.

Огромным преимуществом является то, что человек освободится от механической и тяжёлой работы, дабы выполнять более творческую работу, которая требует креативного подхода и интеллектуальных усилий. В результате предполагается, что все промышленные специалисты будут объединены, создадутся условия, в которых сформируется самообучающаяся сеть, что предполагает постоянный обмен опытом.

Проанализировав основные особенности цифровой трансформации, стоит далее исследовать специфику мирового опыта цифровой трансформации судостроения. Прежде всего, необходимо отметить, что за счёт использования цифровых технологий значительно повышается качество проектирования. Автоматизированное проектирование позволяет не только реализовывать комплексные и эффективные решения, но также делать точные прогнозы относительно того, как именно могут быть усовершенствованы те или иные технологические производственные процессы.

За счёт таких инструментов, как «Siemens Digital Industries Software NX» или «Dassault Systemes CATIA», можно в виртуальном пространстве смоделировать определённые объекты морской техники. А при помощи таких специализированных решений, как FORAN (Siemens) или AXTVA (Schnider), можно интегрировать процессы проектирования и производства, тем самым увеличив эффективность деятельности судостроительной компании [19].

Производственные процессы могут быть гораздо более эффективными только за счёт того, что используются те или иные передовые технологии. В пример можно привести такое решение, как AVEVA Integrated Shipbuilding. Данная техно-

логия позволяет в реальном времени координировать производственный процесс за счёт того, что анализируются актуальные проектные данные. В результате также намного снижаются риски, связанные с допущением разных ошибок и пр. [20]. Ещё одной актуальной технологией является Siemens Digital Industries Software. Данная технология принадлежит к «цифровым двойникам». С её помощью возможно моделирование производственных процессов, что, в свою очередь, позволяет выявить слабые места и предпринять все необходимые меры для их устранения [17].

Также цифровые технологии – это инструменты, при помощи которых ремонт и техническое обслуживание становятся наиболее эффективными (ТОиР). Так, в качестве примера можно назвать платформу PTC ThingWorx. Данная платформа позволяет в реальном времени контролировать производственное оборудование. За счёт этого организуется предиктивное техническое обслуживание. Соответственно, производственный процесс становится более безопасным и эффективным – ведь риски того, что возникнут незапланированные простои, сведены к минимуму [16].

Также есть и другая цифровая платформа – DNV GL Veracity. Эта платформа является эффективным инструментом для того, чтобы анализировать, в каком состоянии находится флот, а также для создания наиболее оптимальных графиков технического обслуживания и ремонта [18].

Кроме того, именно цифровые технологии становятся на сегодняшний день ключевым инструментом, при помощи которого значительно повышается эффективность обучения и подготовки специалистов в области судостроения и судоходства. Например, при помощи моделирования в виртуальной реальности отрабатываются определённые практические навыки: как в сфере технического обслуживания, так и в производственной области, а также в сфере управления морской техникой. За счёт цифровых технологий создаётся безопасная, а главное – контролируемая среда. Можно один и тот же навык отработать в самых разнообразных ситуациях.

Такие системы автоматизированного проектирования разработки, как Dassault Systemes, FORAN (Siemens), Siemens Digital Industries Software, PTC, AVEVA (Schnider), вызывают массу положительных эффектов: значительно сокращаются затраты, повышается качество проектирования. Цифровые двойники также вызывают положительные эффекты – не просто оптимизируются все, даже самые сложные производственные про-

цессы, но также сокращаются издержки и риски, связанные как с техническим обслуживанием, ремонтом, так и с вынужденным простоем [21].

Следующими ключевыми технологиями в рамках Индустрии 4.0 являются ИИ (Искусственный интеллект) и Интернет вещей («умные вещи») [3]. Данные технологии используются для того, чтобы контролировать функционирование флота и судовое обслуживание в реальном времени. Как следствие – значительно повышается безопасность, а мореплавание становится более эффективным. Применение ИИ ещё на этапе проектирования значительно увеличивает общую эффективность, вследствие чего судостроительный бизнес становится более рентабельным.

В целом цифровые технологии представляют собой единую систему оптимальных решений в контексте судостроения. При этом не всё так просто: наблюдается необходимость обучать и переобучать специалистов, которые смогут не только заниматься разработкой такого рода технологий, но и их внедрением, последующим применением и управлением. Поэтому имеется довольно острая потребность в реформировании существующих образовательных программ, а также в разработке новых. Ещё одним немаловажным вопросом является кибербезопасность. По мере внедрения Интернета вещей всё больше возникает самых разнообразных рисков и угроз, связанных с кибернетической и информационной безопасностью. Кибератаки могут вывести из строя оборудование, нарушить производственный процесс и т.д.

Раскрывая мировой опыт и тенденции, стоит обратить внимание, что такой термин, как «Индустрия 4.0», носит общеупотребимый характер. Он обозначает комплексную интеграцию цифровых технологий, цифровую трансформацию в промышленности в целом. «Индустрия 4.0» – это наименование Национальной стратегической инициативы правительства Германии. Данную инициативу разрабатывают Министерство науки и образования, а также Министерство экономики и энергетики ФРГ. Она является структурным компонентом «Стратегии развития высоких технологий 2025» [4] и должна быть реализована в течение 10–15 лет.

Особенностью данной инициативы является серьёзная поддержка со стороны всех органов власти. В её реализации используется системный подход, в результате чего проект успешен и его название стало нарицательным для цифровой трансформации всей промышленности.

Можно обозначить ряд перспективных на-

правлений, которым уделяется наибольшее внимание:

- телекоммуникационные технологии;
- методы обработки больших данных для бизнеса;
- автономные системы доставки (роботы и дроны);
- Интернет вещей – многие технологии и даже процессы становятся «умными».

В Германии успешно функционирует специальная платформа-140, которая позволяет наиболее эффективно использовать соответствующие сервисы и продукты [2, 8].

Таким образом, опыт Германии является передовым. Однако, в других странах также наблюдается значительная цифровая трансформация, хотя стоит отметить, что они пошли по иному пути. Так, например, США, Великобритания, Франция делали акцент на том, чтобы поддерживать стартапы и формировать инновационные кластеры. При этом на сегодняшний день за основу всё же берётся опыт Германии, делается упор на более централизованный подход. Можно отметить активное развитие таких платформ, как Industrial Internet Consortium (США), Industrial Internet Consortium (Франция), Robot Revolution Initiative (Япония).

Флагманом в мировом судостроении можно считать верфь Hyundai Heavy Industries (НН) Республики Корея. Дата основания верфи – 1972 г. Сегодня это крупнейший судостроитель в мировом пространстве. Верфь поставила 324 суда в 52 страны мира. Директор департамента технологий судостроения Hyundai Heavy Industries Ким Чжэ Ыль заявил следующее: «Наша компания завершает цифровую трансформацию в области судостроения, реализуя построение «Цифровой верфи» [7].

Нельзя не отметить и подписание соглашения с компанией AVEVA, которая лидирует на мировом рынке в области промышленного программного обеспечения. В рамках соглашения планируется сотрудничество для осуществления цифровой трансформации, направленное на создание умной производственной инфраструктуры, в том числе качественно новой системы проектирования и управления производственными циклами (Product Lifecycle Management), «Цифровая верфь» (Digital Enterprise Shipyard) и др. [3].

Ещё одна крупная верфь – австралийская Austal Australia. Верфь была образована в 1988 г. и проектирует, строит, а также обслуживает оборонные суда за пределами США. В течение 30 лет

было построено больше 300 судов для более чем 100 операторов в 54 странах. При строительстве и дальнейшем обслуживании используются самые передовые технологии: виртуальные системы моделирования, управляемые роботы, модульное производство, системы контроля и мониторинга оборудования и систем судна (в том числе удаленного) [12].

Указанные выше верфи строят как гражданские суда, так и военные корабли. Технологии, применяемые при строительстве, во многом схожи. Так, танкеры типа Афра-макс (Aframax) дедевитом от 80 тыс. тонн до 120 тыс. тонн ННІ верфи строят не более года.

Далее стоит перейти к рассмотрению цифровых технологий, интегрированных в ответственное производство в рамках отрасли судостроения. Следует сразу обратить внимание на то, что цифровизации подвергается как гражданское, так и военное судостроение.

Пожалуй, лидируют такие технологии, как Искусственный интеллект и большие данные [8]. За счет автоматизации и использования цифровых технологий кардинальным образом меняются методы и инструменты работы, улучшается качество, увеличиваются эффективность, производительность и надежность. Кроме того, весь процесс становится более стабильным и предсказуемым. Также в отрасли судостроения очень часто не хватает трудовых ресурсов, и этот недостаток также компенсирует применение соответствующих технологий.

Ещё одной важной технологией является блокчейн. Указанная технология позволяет должным образом обеспечить распределение и перераспределение важнейшей информации до каждого субъекта (участника). На протяжении всего длительного производственного процесса могут видоизменяться те или иные структурные компоненты. За счёт использования блокчейна сохраняются соответствующие цифровые записи. Поэтому на любом этапе можно понять, как меняется конструкция корабля или какое сырьё использовалось и пр. В результате все участники процесса строительства судна должным образом информированы, что исключает любой человеческий фактор и любые пробелы на этот счёт.

Также следует упомянуть и об использовании 3D-печати в судостроении, за счёт которой оперативно заменяются отдельные детали. Запасные детали теперь можно легко «напечатать», а информация в отсканированном виде хранится в большом объёме и для этого не требуются какие-

либо специальные ресурсы. Кроме того, удобство заключается и в том, что запасные детали могут быть «напечатаны» непосредственно там, где находится судно и, соответственно, где осуществляется его ремонт.

3D-печать как инструмент очень полезна, если нужно изготовить сложные узлы, детали, увидеть прототип готового изделия. При помощи указанного инструмента также можно изготовить чертежи, которые являются основой для процесса проектирования, инженерных расчётов и написания программ. На верфях получаемые из проектно-конструкторских бюро 3D-модели помогают более эффективно производить процесс раскрытия металла, моделировать прокладки трубопроводов и кабельных трасс [11].

Промышленный Интернет вещей – ещё одна важная технология, о которой уже несколько раз упоминалось выше. Облачная инфраструктура не только значительно экономит время, которое затрачивается при обычных условиях руководством для того, чтобы принять и реализовать соответствующие стратегические решения, но и обеспечивает прозрачность, а также доступность всего процесса.

Также использование промышленного Интернета вещей облегчает работу инженеров в процессе технического обслуживания: сокращаются разного рода сбои, надёжность активов возрастает, а производственный цикл становится более гибким за счет того, что уменьшаются простои. Указанная технология позволяет сформировать полную картину о следующих основных моментах: в каком состоянии находится судно, какие осуществлялись судовые операции и пр. Соответственно, владея всей полной информацией, можно значительно улучшить жизненный цикл корабля, следовательно, потребность в реинжиниринге новых проектов также снижается.

Промышленный интернет – это база, на основе которой могут создаваться новые бизнес-модели. Так, например, речь может идти о цифровизованной экосистеме, которая выступает как инструмент для того, чтобы эффективно управлять сквозными операциями. Конечно, раскрыть весь потенциал данной технологии ещё только предстоит. Постепенно судостроительные компании интегрируют интеллектуальные датчики, облако и аналитику для более эффективного мониторинга. Кроме того, это в условиях реального времени позволяет проложить оптимальные маршруты.

Применяется и роботизация, которая постепенно усовершенствуется: так, если относительно

недавно роботы выполняли лишь механические действия, то сегодня они уже могут выполнять более сложные операции и справляются с гораздо большим количеством задач.

Другим перспективным инструментом выступают цифровые двойники. Процесс судостроения обладает сложностью и многогранностью. Поэтому очень важно спрогнозировать несколько ситуаций и посмотреть, как в той или иной ситуации будет функционировать судно. Такой анализ позволяет выявить целый ряд недостатков, проблемных моментов, чтобы их скорректировать, разработать высококачественные решения.

Соответственно, данные о жизненном цикле судна крайне важны, так как, располагая ими, можно обеспечить создание сложных операционных симуляций, чтобы в дальнейшем скорректировать те или иные решения. Для решения этой задачи привлекаются именно цифровые двойники.

Крайне важно дать максимально точные прогнозы относительно того, сколько будут служить такие базовые детали и компоненты, как судовой двигатель, корпус, электрические системы и пр. Цифровые двойники позволяют в крайне изменчивой среде оптимизировать прогнозную аналитику. Изменчивость окружающей среды обуславливает одновременное воздействие ряда факторов: это и погода, и сам процесс сборки, а также различные ситуации эксплуатации.

Таким образом, применение цифровых двойников с одновременным использованием искусственного интеллекта обеспечивает выполнение следующих первостепенных задач: диагностика неисправных деталей или систем; облегчение технического гарантийного обслуживания; прогнозирование эффекта изменений или модификации за счет моделирования и анализа оперативных данных [4].

Цифровизация судостроения в России и её особенности

Отечественное судостроение развивается не просто в направлении использования цифровых технологий, а в направлении их сочетания, комбинирования. Такая тенденция связана с тем, что в современных реалиях больше невозможно и нецелесообразно абстрагироваться от цифровизации. Цифровые процессы интегрировались во все ключевые сферы, и производственный сектор не является исключением.

Так, в судостроении российские предприятия нередко прибегают к привлечению специалистов, которые могут предоставить информацию о новейших технологиях, оказать помощь

по внедрению и использованию тех или иных инструментов. Например, российскими предприятиями были привлечены консультанты KPMG, которые внесли следующий основной вклад в их деятельность: помогли снизить потребление ферросплавов в процессе производства стали; спрогнозировали дефекты сталепроката на ранних производственных этапах; оптимизировали установку фракционирования газа; дали прогнозы засорения ректификационной колонны.

Цифровая трансформация предполагает активное использование промышленного Интернета вещей – ПИВ, Industrial Internet of Things, IIoT. ПИВ – многоуровневая система, в состав которой входят КИПиА, установленные на узлах и агрегатах предприятия:

- средства передачи собираемых данных и их визуализации;
- компьютеризация всех рабочих мест на предприятии;
- объединенные в единую информационную сеть парк оборудования и рабочих мест;
- аналитические инструменты автоматической интерпретации получаемой информации по Интернет-протоколу, в т.ч. минуя человека-оператора, для повышения эффективности или предотвращения нештатных ситуаций.

То, какой эффект будет достигнут, зависит от специфики самого предприятия и особенностей его функционирования. Как уже отмечалось, трансформация охватывает всю отрасль в целом, так как каждое предприятие стремится поддерживать свою конкурентоспособность на должном уровне. Соответственно, если какое-либо одно предприятие-конкурент внедряет ту или иную технологию, практически моментально внедрением подобных технологий озаботятся и все остальные участники рынка.

Обсуждение результатов исследования

В настоящее время лидером в российском судостроении является Объединенная судостроительная корпорация (ОСК), в которой активно идут процессы цифровизации [1]. Здесь реализуют несколько амбициозных программ, например, цифровизация предприятий ОСК по программе «100% цифра», использования больших данных (big data), внедрение методологии «точка принятия решений» (stage gate).

Программа «100% цифра» ОСК реализует проект «Создание единого проектно-производственного пространства ОСК», который включает в себя переход к 3D-моделированию в едином пространстве.

Внедрение методологии «точка принятия решений» (в ОСК – «контрольные точки») связано с повышением эффективности управления производственным процессом. Каждый проект разбивается на контрольные точки, для которых составляется перечень задач. Контрольная точка считается пройденной, если успешно выполнены все задачи. В случае отклонения от намеченного плана разрабатывается комплекс мероприятий, которые позволяют наверстать отставание или компенсировать отклонения до следующей контрольной точки.

Цифровизация движется во всех направлениях: от уровня флотской науки и корпораций до внедрения конкретных решений и технологий на отдельных предприятиях, или даже в рамках отдельных заказов или проектов. Основные задачи, которые решают или которые еще предстоит решить российской судостроительной отрасли:

- цифровое проектирование – одно из первых масштабных направлений цифровизации; ещё в январе 2020 г. Президент России В.В. Путин призвал включить в тактико-технические задания перспективных кораблей требование о том, чтобы вся конструкторская документация была в электронном виде [9];
- создание полностью отечественной CAD- или PLM-системы, не уступающей зарубежным аналогам;
- информационные модели (ИМ) объектов морской техники – это переход от физических испытаний к математическим расчётам;
- виртуальное прототипирование, применяется для приемки моделей помещений, визуализации и расчетов посадки вертолета на корабль и других задач;
- «цифровая верфь» предприятий ОСК;
- накопление «больших данных» (big data) и постепенный переход к их анализу;
- «цифровой ремонт» на базе отечественных систем;
- «онлайн-диспетчерские» судостроения – это возможность отслеживать и контролировать процессы разработки и производства объектов морской техники.

Таким образом, сектор судостроения подвергается серьёзной трансформации: используются более экологичные, надёжные и эффективные с точки зрения энергетической ёмкости суда, осуществляется проектирование новых судов, которые обладают улучшенными характеристиками, а также строительство и эксплуатация которых вызывают значительно более низкие издержки.

Можно прийти к выводу, что цифровая

трансформация судостроения в российском государстве направлена на то, чтобы создать особые интеллектуальные верфи. Такие верфи отличаются эргономичностью, адаптивностью, ресурсоэффективностью и возможностью интеграции [6].

На отечественных верфях процессы цифровизации охватывают только отдельные участки производства и проектирования, требуется более активное внедрение новых цифровых технологий в практику их работы. 3D-моделирование элементов судна должно объединяться в единую среду обработки данных с их взаимосвязанностью в процессе внедрения. Отличие цифровой верфи от традиционной – в огромном объёме структурированных данных, используемых для прогнозирования и принятия обоснованных решений.

В России сейчас идёт создание цифровой верфи на Онежском судостроительно-судоремонтном заводе, полностью интегрированной в виде единой информационной системы [8]. Ввод в действие цифровой верфи планируется на 2024 г. Данный проект должен стать образцом для других российских судостроительных предприятий.

При этом наблюдаются определённые недостатки:

- во-первых, большая часть технологий – это пилотные проекты, которые пока только тестируются и не действуют постоянно;
- наблюдается эффект цифрового неравенства, когда цифровые технологии используются в разных регионах неравномерно. Так, в частности, 3D-моделирование чаще используется пока на Дальнем Востоке;
- внедрение ряда цифровых технологий сопряжено с весомыми затратами как для отдельных предприятий, так и для отрасли в целом.

Кроме того, нельзя игнорировать тот факт, что пока российский экспорт занимает не лучшие позиции. С одной стороны, это связано с тем, что азиатские верфи занимают прочную позицию и от них поступает огромное количество предложений. С другой стороны, российский экспорт пока и не может предложить те или иные технологии, оборудование, так как наблюдается существенное технологическое отставание. Как вариант, необходимо создать единую ИТ-платформу, на основе которой будет функционировать система данных, аналитики и прочих инструментов. Это позволит не просто эффективно разрабатывать продукты, но и апробировать их, в режиме реального времени устранять недочеты и ошибки. Это будет своего рода экосистема, которую для начала стоит запустить на нескольких предприятиях как пилотные

проекты, а затем, после апробирования, стандартизировать и ввести на остальных предприятиях отрасли. Это позволит обеспечить создание готовых решений, чтобы производить разные типы кораблей и интегрировать в одну ИТ-среду.

Также важно уже сейчас уделять внимание подготовке специалистов в области судостроения и технического обслуживания, управления. Для этого целесообразно активно использовать интеллектуальные технические средства обучения, которые позволят создать, с одной стороны, безопасные условия, а с другой – условия, максимально приближенные к реальности. В этих условиях специалисты смогут отрабатывать огромное количество ситуаций, а также формировать необходимые в работе психофизиологические качества. Могут моделироваться аварийные либо нестандартные ситуации, например, кратные аварии на корабле; затопление, возгорание и пр.

Можно выделить ключевые векторы развития в контексте цифровизации судостроения и промышленного производства:

- важно до минимума сократить цифровое неравенство, причем как в контексте гражданского, так и в контексте военного судостроения. Во всех регионах на одинаковом уровне должны использоваться необходимые цифровые технологии;
- в перечень «жизненно необходимых» цифровых технологий должны входить 3D-моделирование и 3D-печать, блокчейн-технологии, роботы, ИИ и цифровые двойники;
- цифровизация судостроения должна выступать как первостепенная задача, и, соответственно, государство в статьях бюджетных расходов должно делать особый акцент на ее финансирование;
- необходимо создать единую ИТ-систему, которая объединит все субъекты судостроения и промышленности;
- цифровые платформы и технологии должны активно использоваться в процессе обучения специалистов в области судостроения.

Все эти направления – ключевые в цифровой трансформации отечественного судостроения. Необходимо предпринять соответствующие меры для того, чтобы такая трансформация была успешной и осуществилась в более короткие сроки.

Заключение

В настоящее время цифровизация затрагивает все области, сферы и процессы. Исключением не является и судостроение. Цифровизация затрагивает как гражданское, так и военное су-

достроение, тем самым обеспечивается конкурентоспособность судостроения. Использование цифровых технологий позволяет значительно повысить качество проектирования.

Относительно цифрового российского судостроения можно выделить следующие недостатки:

- целый ряд технологий используется только в тестовом режиме;
- далеко не все цифровые технологии распространены повсеместно, а значит, не наблюдается целостного положительного влияния на российскую экономику. Например, 3D-моделирование используется пока только на Дальнем Востоке;
- некоторые технологии, их внедрение требуют значительных затрат, что не всегда соотносится с имеющимися в распоряжении отрасли и компаний ресурсами. Тем не менее, цифровые технологии – это необходимые изменения, которые достаточно быстро окупаются.

Можно сформулировать следующие основные направления цифровизации отечественного судостроения и промышленного производства в рассматриваемой сфере:

- предпринять меры для того, чтобы обеспечить повсеместное внедрение цифровых технологий, причем как в гражданском, так и в военном судостроении;
- основной упор делать на 3D-моделировании, использовании блокчейн-технологий, цифровых двойников, роботов, а также искусственного интеллекта;
- сделать упор в финансировании именно на цифровизацию судостроения, так как в короткое время необходимо повсеместное и качественное внедрение цифровых технологий.

Цифровизация может дать следующие основные преимущества:

- улучшить качество судостроения и последующего функционирования судов;
- облегчить функционирование отрасли и частично заменить усилия, прикладываемые персоналом;
- в дальнейшем обеспечить значительную экономию ресурсов – временных, финансовых, трудовых и иных;
- сделать упор на создание единой (интегрированной) ИТ-системы;
- организовать полноценную систему тренажеров на основе цифровых платформ и технологий.

Все эти направления – ключевые в цифровой трансформации отечественного судостроения. Не-

обходимо предпринять соответствующие меры для того, чтобы такая трансформация была успешной и осуществилась в более короткие сроки.

Благодарность: *Выражаем благодарность организаторам конгресса – ООО «НЕВА – Интернэшнл», правительству Приморского края и НИУ «Высшая школа экономики» в организации «Морского конгресса – Дальний Восток», который прошел 30–31 мая 2024 г. (кампус ДВФУ, о. Русский), г. Владивосток (<https://www.vld.nevacongress.com/>). Особую благодарность выражаем программному директору Демиденко Анастасии Сергеевне за уникальную возможность представить исследовательские проекты студентам вузов г. Владивостока на молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта».*

Исследование было выполнено в рамках «Морского конгресса – Дальний Восток» молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта», которая прошла 30–31 мая 2024 г. в г. Владивостоке (<https://www.vld.nevacongress.com/>) [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные технологии современной экономики и инфраструктуры: цифровая и инновационная экономика: монография / Е.С. Балашова, С.Е. Барыкин, К.С. Майорова и др. СПб.: СПбГМТУ, 2020. 375 с.
2. Волков А.О. Стратегии высоких технологий 2025 (HTS 2025) в Германии // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2020. № 10. С. 13–18.
3. Голубев С.С., Чеботарев С.С. Информационные технологии как ключевой механизм устойчивого развития оборонных промышленных предприятий в современных условиях // Экономические стратегии. 2018. Т. 20, № 3 (153). С. 68–81.
4. Гурьянов А.В., Заколдаев Д.А., Шукалов А.В., Жаринов И.О., Костишин М.О. Организация цифровых производств Индустрии 4.0 на основе киберфизических систем и онтологий // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. № 18. С. 268–276.
5. Заостровских Е.А. Морской конгресс – Дальний Восток // Пространственная экономика. 2024. Т. 20, № 2. С. 183–186. URL: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2024.2.183-186> (дата обращения: 22.06.2024).
6. Кангур Ю.В., Палкина Е.С. Применение цифровых технологий при проектировании, строительстве и ремонте судов // Экономика, экология и общество России в 21-м столетии. 2021. № 1. С. 294–299.
7. Коровин Г. Цифровизация промышленности в контексте новой индустриализации РФ // Общество и экономика. 2018. № 1. С. 47–66.
8. Палкина Е.С., Счисляева Е.Р. Направления интенсификации инновационного развития национальной экономики на базе цифровых технологий // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сб. трудов науч.-практ. конф. с заруб. участием / под ред. А.В. Бабкина. СПб., 2019. С. 39–46.
9. Постников Р.А., Палкина Е.С. Цифровая трансформация производственной системы в судостроении: проблемы и способы их решения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. № 6. С. 107–123.
10. Трунцевский Ю.В., Ефремов А.А. Цифровая интеграция – путь в будущее // Международное публичное и частное право. 2018. № 1. С. 6–12.
11. Трухинова О.Л. Инструментарий концепции Индустрии 4.0 в российском судостроении // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики: сб. науч. ст. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. Курск: Университетская книга, 2023. Т. 3. С. 433–435.
12. Устинова О.Е. Формирование стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий // Вопросы инновационной экономики. 2022. № 3. С. 1427–1442.
13. Филин С.А., Кузина А.А. Принципы управления инновационной деятельностью предприятий в России при переходе к «цифровой» экономике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14, № 3. С. 507–519.
14. Budai G., Dekker R., Nicolai R.P. Maintenance and Production: A Review of Planning Models // Complex System Maintenance Handbook. Springer, 2006. URL: https://www.researchgate.net/publication/46434390_Maintenance_and_production_A_review_of_planning_models (дата обращения: 12.06.2024).
15. Lemu H.G. Virtual engineering in design and manufacturing // Advances in Manufacturing. 2014. Vol. 2. P. 289–294. URL: <https://doi.org/10.1007/s40436-014-0085-y> (дата обращения: 15.06.2024).

16. Marine & Offshore // Dassault Systemes. 2020. URL: <https://www.3ds.com/industries/marine-offshore> (дата обращения: 18.06.2024).
17. Safeguarding against cyberattack in an increasingly digital world. June 30, 2020 // McKinsey Digital. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/ourinsights/safeguarding-against-cyberattack-in-an-increasingly-digital-world> (дата обращения: 12.06.2024).
18. Shipbuilding industry solutions – from design to handover // AVEVA Group plc. Shipbuilding. 2023. URL: <https://www.aveva.com/en/industries/manufacturing/ship-building/> (дата обращения: 17.06.2024).
19. Springer Series in Reliability Engineering. London. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_13 (дата обращения: 25.06.2024).
20. Tan Y., Xu W., Li S., Chen K. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications // Buildings. 2022. N 12. 1529. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings12101529> (дата обращения: 23.06.2024).
21. The future of ship design and engineering // Siemens Digital Industries Software. 2023. URL: <https://resources.sw.siemens.com/en-US/solution-brief-best-ship-design-and-engineering-software> (дата обращения: 24.06.2024).
6. Kangur Yu.V., Palkina E.S. The use of digital technologies in the design, construction and repair of ships. *Ekonomika, ekologiya i obshchestvo Rossii v 21-m stoletii*, 2021, no. 1, pp. 294–299. (In Russ.).
7. Korovin G. Digitalization of industry in the context of the new industrialization of the Russian Federation. *Obshchestvo i ekonomika*, 2018, no. 1, pp. 47–66. (In Russ.).
8. Palkina E.S., Chislyayeva E.R. Directions of intensification of innovative development of the national economy on the basis of digital technologies, in *Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: sb. trudov nauch.-prakt. konf. s zarub. Uchastiem* (Digital transformation of economics and industry: proceedings of a scientific and practical conference with foreign participation), A.V. Babkin Ed. Saint-Petersburg, 2019, pp. 39–46. (In Russ.).
9. Postnikov R.A., Palkina E.S. Digital transformation of the production system in shipbuilding: problems and ways to solve them. *Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, no. 6, pp. 107–123. (In Russ.).
10. Truntsevsky Yu.V., Efremov A.A. Digital integration – the way to the future. *Mezhdunarodnoe publichnoe i chastnoe pravo*, 2018, no. 1, pp. 6–12. (In Russ.).
11. Trukhinova O.L. Tools of the concept of Industry 4.0 in Russian shipbuilding, in *Aktual'nye voprosy ustoychivogo razvitiya sovremennogo obshchestva i ekonomiki: sb. nauch. st. 2-i Vseoros. nauch.-prakt. konf.* (Topical issues of sustainable development of modern society and economy: collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference) Kursk: Universitetskaya kniga Publ., 2023, vol. 3, pp. 433–435. (In Russ.).
12. Ustinova O.E. Formation of a digital transformation strategy for industrial enterprises. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*, 2022, no. 3, pp. 1427–1442. (In Russ.).
13. Filin S.A., Kuzina A.A. Principles of management of innovative activity of enterprises in Russia during the transition to the «digital» economy. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2018, vol. 14, no. 3, pp. 507–519. (In Russ.).
14. Budai G., Dekker R., Nicolai R.P. Maintenance and Production: A Review of Planning Models. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2024, vol. 20, no. 2, pp. 183–186. Available at: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2024.2.183-186> (accessed: 22.06.2024) (In Russ.).

REFERENCES

1. *Aktual'nye tekhnologii sovremennoi ekonomiki i infrastruktury: tsifrovaya i innovatsionnaya ekonomika: monografiya* (Actual technologies of modern economy and infrastructure: digital and innovative economics: monograph), E.S. Balashova, S.E. Barykin, K.S. Mayorova et al. Saint-Petersburg: SMTU, 2020. 375 p. (In Russ.).
2. Volkov A. On the High Technology Strategy 2025 (HTS 2025) in Germany. *Intellektual'naya sobstvennost'. Promyshlennaya sobstvennost'*, 2020, no. 10, pp. 13–18. (In Russ.).
3. Golubev S.S., Chebotarev S.S. Information technologies as a key mechanism for the sustainable development of defense industrial enterprises in modern conditions. *Ekonomicheskie strategii*, 2018, vol. 20, no. 3 (153), pp. 68–81. (In Russ.).
4. Guryanov A.V., Zakoldaev D.A., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Kostishin M.O. Organization of digital productions of Industry 4.0 based on cyber-physical systems and ontologies. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki*, 2018, no. 18, pp. 268–276. (In Russ.).
5. Zaostrovskikh E.A. Maritime Congress – Far

- Complex System Maintenance Handbook*. Springer, 2006. Available at: https://www.researchgate.net/publication/46434390_Maintenance_and_production_A_review_of_planning_models (accessed: 12.06.2024).
15. Lemu H.G. Virtual engineering in design and manufacturing. *Advances in Manufacturing*, 2014, vol. 2, pp. 289–294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40436-014-0085-y> (accessed: 15.06.2024).
 16. Marine & Offshore. *Dassault Systemes*. 2020. Available at: <https://www.3ds.com/industries/marine-offshore> (accessed: 18.06.2024).
 17. Safeguarding against cyberattack in an increasingly digital world. June 30, 2020. *McKinsey Digital*. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/ourinsights/safeguarding-against-cyberattack-in-an-increasingly-digital-world> (accessed: 12.06.2024).
 18. Shipbuilding industry solutions – from design to handover. *AVEVA Group plc. Shipbuilding*. 2023. Available at: <https://www.aveva.com/en/industries/manufacturing/ship-building/> (accessed: 17.06.2024).
 19. *Springer Series in Reliability Engineering*. London. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_13 (accessed: 25.06.2024).
 20. Tan Y., Xu W., Li S., Chen K. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications. *Buildings*, 2022, no. 12, 1529. Available at: <https://doi.org/10.3390/buildings12101529> (accessed: 23.06.2024).
 21. The future of ship design and engineering. *Siemens Digital Industries Software*. 2023. Available at: <https://resources.sw.siemens.com/en-US/solution-brief-best-ship-design-and-engineering-software> (accessed: 24.06.2024).

SHIPBUILDING DIGITALIZATION IN RUSSIA IN THE WORLDWIDE TRENDS CONTEXT

E.A. Enns, E.A. Zaostrovskikh

Currently, digitalization is the main trend in the development of global and domestic shipbuilding. It is assumed that shipbuilding digitalization will provide the automation of production processes and qualitative transformation of approaches and management methods. The authors have investigated the shipbuilding digitalization processes in the world and in Russia and the concept of digitalization, its features in the shipbuilding industry. It has been studied positive aspects of the shipbuilding digital transformation and analyzed its negative consequences. The authors highlight the global trends defining main directions in shipbuilding digitalization, such as robotics, artificial intelligence, digital twin, blockchain, 3D printing, and the Internet of things. The advanced approaches in this area in Germany, the Republic of Korea and Australia have been presented. Special emphasis is placed on the study of digital shipbuilding features in the framework of Industry 4.0. Special attention is paid to that in Russia. The authors highlight advantages, disadvantages, and key directions in the digital Russian shipbuilding formation and development. Some recommendations have been formulated for further development and digital transformation of the domestic shipbuilding industry.

Keywords: *digitalization of shipbuilding, artificial intelligence technologies, robotics, artificial intelligence, digital twin, blockchain, 3D printing, Internet of things.*

Reference: Enns E.A., Zaostrovskikh E.A. Shipbuilding digitalization in Russia in the worldwide trends context. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 105–116. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-105-116.

Поступила в редакцию 10.10.2024

Принята к публикации 17.12.2024

ИСТОРИЯ

Научная статья

УДК 93/94:314.742(571.621)

КОРЕЙСКИЕ ИММИГРАНТЫ В ИСТОРИИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Гуревич

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: gurevichv.48@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-1512-1459>

Успешное проведение Амурских сплавов, подписание с Цинской империей Айгунского и Пекинского договоров обеспечило в середине XIX века возвращение дальневосточных земель России. В последующем более десятка новых поселений образовалось на левобережье Амура, в том числе на территории будущей Еврейской автономной области. Часть из них основали корейцы, исход которых на территорию России начался в 1864 году. При этом корейцы добровольно сменили вероисповедание с буддизма на православие. Когда на юге Приморья земельных наделов для них не хватало, российское правительство позволило новым россиянам частично переселяться на другие территории тогдашнего Дальнего Востока, в том числе и на приамурские земли. Около пятисот человек обосновались на отведенных им землях Екатерино-Никольского казачьего округа при впадении в Амур реки Самары. Здесь в 1871 году они и основали свое поселение. Среди образованных корейцами в 1871 году было село Благословенное, получившее свое название от самих корейцев после принятия ими «благословения» – крещения по поводу перехода в православную веру и ставшее одним из самых крупных в Средне-Амурских казачьих округах того времени.

В последующем корейские поселения появились на станции Ин, в селении Тихоньяка. Открывались небольшие корейские школы. Корейские крестьяне во многом обеспечивали рынки области овощами и другой сельскохозяйственной продукцией. Черными днями в истории корейских жителей Дальнего Востока стал сентябрь 1937 года, когда корейское население было переселено в Казахстан.

Ключевые слова: корейская иммиграция, земледелие, фанзы, переселение.

Образец цитирования: Гуревич В.С. Корейские иммигранты в истории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 117–122. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-117-122.

Российское освоение Дальнего Востока началось еще в XVII веке с походов землепроходцев Василия Пояркова, Ивана Москвитина, Ерофея Хабарова, не только открывших для России приамурские земли, но и сумевших убедить местное население признать власть России, регулярно платить ей налоги. Однако Нерчинский договор, по которому Россия уступила Китаю левобережье Приамурья, надолго парализовал выход к морю по реке Амур. Но усилия и жертвы первых первопроходцев не оказались напрасными. Они стали прологом последующего восстановления и закрепления Российским государством своих территориально-политических позиций в регионе.

Организация Амурских сплавов, последующее подписание Айгунского договора вернуло Российской империи приамурские земли. И уже в 1858 году на берегу великого Амура появились первые казачьи станицы. Среди них на год раньше нынешнего Хабаровска на территории будущей Еврейской автономной области была образована станица Пашковская.

В последующие несколько лет более десятка новых поселений образовалось на Амуре или вблизи его. Одним из первых поселений на территории будущей Еврейской области стало село Благословенное, которое начало свое летоисчисление с 1871 г.

Как известно, исход корейцев на территорию России начался в 1864 году, и через пять–шесть лет на юге Приморья им уже не стало хватать земельных наделов, что вызвало необходимость частичного переселения новых россиян на другие территории тогдашнего Дальнего Востока, в том числе на территорию будущей Еврейской автономной области. В числе корейцев, покинувших Посыетский район Южно-Уссурийского края, как отмечается в архивных документах, было более ста семей, которым отвели земли в Екатерино-Никольском казачьем округе при впадении в Амур реки Самары. Здесь в 1871 году они и основали свое поселение.

Среди корейцев жила легенда о том, что место для строительства села было выбрано по указанию небес. Когда искали место, раздался удар молнии, от которого загорелся лес. На выгоревшем месте и было решено ставить первые дома [3]. Но, конечно, правда это или нет – уже никто не скажет.

Свое название село получило от самих корейцев после принятия ими «благословения» – крещения по поводу перехода в православную христианскую веру. Корейцы, большинство из которых были буддистами, добровольно и охотно крестились в православие, которое импонировало им своим человеколюбием, красивыми церковными службами, свободой отправления обрядов, простым и доступным обращением верующих со священнослужителями. «Новоприсоединенным» выдавались крестильные рубашки, иконы, кресты, ситец и бязь на белье [5].

Вот как описывал с. Благословенное этнограф А.В. Кириллов («Географическо-статистический словарь Амурской области». Благовещенск, 1894 г.): «... село Амурской области, в долине левого берега речки Самары, в трех верстах от ее устья и 543 верстах ниже г. Благовещенска, основано в 1871 г. корейцами, переселившимися из Южно-Уссурийского края в числе 103 семей и 431 души обоего пола. Село раскинулось просторно, фанзы построены одна за другой на расстоянии 200–300 шагов и не улицами, а разбросаны в беспорядке. Между фанзами раскинулись огороды. Главное занятие жителей села – земледелие и скотоводство. Обработка земли у них образцовая. Обычно сеют буду (просо), овес, гречиху, коноплю, бобы, табак и сажают картофель. Из огородных овощей разводят огурцы, арбузы, красный перец, тыкву, капусту и лук. Урожай у них при высокой культуре обработки бывает прекрасный. Все сельскохозяйственные работы производятся

на быках и лошадях» [1].

Корейское село было одним из самых крупных в среднеамурских казачьих округах того времени после станиц Екатерино-Никольской и Михайло-Семеновской.

А.В. Кириллов сообщает также, что в 1890 г. в Благословенном числилось домов или (и) фанз – 155, жителей – 1003 души обоего пола, обработанной земли – 352 десятины, скота и лошадей – 520 голов; имелись церковь во имя святого князя Александра Невского, школа, запасный магазин.

Каждое хозяйство имело при усадьбе большой огород. Дом и надворные постройки строились почти на середине двора, поэтому в пожарном отношении Благословенное было благополучнее русских сел.

Корейское жилище – фанза – отражало все бытовые особенности этого народа. Построенные обычно из глины, фанзы покрывались плетеными циновками из рисовой соломы, внутри пол был устлан такими же циновками, при отсутствии мебели. Печь устраивалась ниже пола, а высокая деревянная труба помещалась вне жилища [6].

В отличие от казачьих станиц, большинство которых имели питейные заведения и винные лавки, у корейцев этого не было. Вероятно, какие-то хмельные напитки для больших праздников они изготавливали в домашних условиях, но большую часть года вели все-таки трезвый образ жизни.

Моше Хашеватский, писатель, погибший на фронте в годы Отечественной войны, не раз бывавший в 30-е годы в ЕАО, в том числе в селе Благословенном, в своих зарисовках «Поездка в Биробиджан» отмечал, что «по обеим сторонам улиц тянутся целые гектары безупречно ухоженных огородов. Здесь кукуруза и подсолнечник, чумиза и соя, тыква и еще много чего... Мне не однажды приходилось слышать, что корейцы – прямо-таки прирожденные агрономы». Корейцы, которые здесь осели, раньше, – пишет Хашеватский, – занимались в основном разведением опиумного мака. Опиум этот они с большой выгодой сбывали китайцам. Не один раз, бывало, на корейское село нападали хунхузы и отбирали у корейцев все подчистую. Опиум, конечно, тоже. И вот как-то решили корейцы вокруг своего поселения стену повыше с бойницами построить. А на стене устанавливались караулы. И с тех пор хунхузы уже не смели делать налеты на укрепленное село. Только появятся они поблизости, тут же в деревне колокол зазвонит, все мужики, значит, в ружье поднимутся – и уже нет ходу хунхузишкам» [10].

С самого своего основания Благословенное

резко отличалось от окружающих русских сел. Оно было сплошь корейское и окрашено в свой корейский колорит. Из русских в этом селе жил только надсмотрщик телеграфа.

Главными занятиями жителей села были земледелие и скотоводство. Благословенное отличалось образцовой обработкой земли. Трудолюбие корейцев определенно давало хорошие плоды – пашня, следует отметить, возделывалась гораздо интенсивнее, чем у казаков.

Через два десятилетия после основания с. Благословенное стало не только одним из самых крупных поселений, но и одним из самых экономически благополучных.

К моменту крещения в православную веру корейское поселение, основанное ранней весной этого же года, называлось Благодатным (Самалли), а после крещения стало именоваться Благословенным, войдя таким названием в официальные документы и картографию того времени [2]. По данным Госархива ЕАО, в 1886–1913 годах в Благословенном была церковь, построенная в честь святого князя Александра Невского.

В мае 1872 года в Благословенном открыта первая церковноприходская школа для корейских детей, в которой помимо корейского языка изучали и русскую азбуку. Преподавали здесь безвозмездно местный священник и специально нанятый учитель.

Уже в 1907 году на средства жителей села была построена министерская школа, которая содержалась за счет Министерства народного просвещения – сельское общество оплачивало лишь жилье для учителя и отопление. Через два года в школе обучалось 40 корейских девочек.

Еще через год в с. Благословенном впервые открылась корейская школа. Учителем в школе стал выходец из Кореи Ли Кван Нера. Он был образованным человеком и преподавал в школе безвозмездно. Сама школа не имела определенного помещения, а перемещалась каждые два месяца из фанзы в фанзу родителей детей, которые в ней обучались и на средства которых она содержалась. Ученики изучали корейскую, китайскую письменность, арифметику и географию Востока.

В бою под Ольгохтой – одним из сражений времен Гражданской войны на Дальнем Востоке, где народоармейцы ценой многих жизней остановили белогвардейские войска на подступах к станции Ин, сражались и корейские партизаны. Партизанским отрядом командовал Ли Ен. Известно, что его подчиненные были в основном из местных корейцев, поселившихся здесь еще до революции.

В 1930 году в Благословенном насчитывалось около 2500 жителей, 273 дома (фанзы), было создано 264 хозяйства, 47 из них занимались промыслом, остальные земледелием.

В годы массовой коллективизации трудящиеся корейских хозяйств в подавляющем большинстве объединились в колхозы. Десятки корейцев пошли в город на работу на предприятия, учиться в вузы, техникумы. Корейское хозяйство стало активнее приобщаться к так называемой европейской культуре.

К 1937 году в с. Благословенном насчитывалось более 500 дворов. Родной речью оставался корейский язык, в брак вступали только с соотечественниками, а сельское хозяйство вели в соответствии с корейскими традициями.

С образованием в 1934 году Еврейской автономной области Биробиджан становится одним из культурных центров Дальнего Востока. Здесь создано отделение Союза писателей СССР, часто приезжают и оседают на долгий период известные еврейские и русские литераторы, которые в своих трудах отражают историю освоения этого далекого от центра России уголка.

Среди первых переселенцев, описавших и сохранивших для потомков историю автономии, были Эммануил Казакевич, Виктор Финк, Моше Хашцеватский, Эстер Розенталь-Шнайдерман, Леон Тальми и другие. Они и другие литераторы и журналисты не могли обойти возможность описания участия корейского населения в становлении и развитии области.

В 1931 году тогда еще молодой еврейский поэт Эммануил Казакевич напишет «Корейскую новеллу», в которой главный герой, влюбленный в девушку-корейку, переживает, что она не может говорить с ним на его родном идише.

На соломенной циновке

Я раскинулся устало,

Ты сидишь напротив молча

И играешь на гитаре.

...Ты – корейская девчушка,

Я – в молчании, как Будда.

И меня ты удивляешь

Тем, что идиша не знаешь.

... Завтра ты помчишься в школу

Учить детей больших и малых.

Я отправлюсь на участки

Помогать справиться с планом.

И продолжим в буднях смелых

Мы корейскую новеллу [7].

На амурских и бирских берегах совершались еврейско-корейские браки. Об этом красноречиво



напоминает снимок 30-х годов, хранящийся в Российском этнографическом музее. На нём еврейка из переселенцев Рая Гальперина, живущая в селе Опытное Поле, сфотографирована с мужем-корейцем. Когда началась депортация этого народа, многие жены корейских мужей разделили с ними все тяготы и лишения.

Вот что рассказывает Леон Тальми в своей книге «На целине» в главе «Ин корейский. Урми» о посещении агрономами КомЗЕТа и американского ИКОРа поселка Ин [8]:

«Мы вошли в дом, внутри которого на соломенных матах сидели, подвернув под себя ноги, несколько корейцев. У входа стоял низкий столик, за которым занимался математикой мальчуган, быстро записывая в тетрадь цифры.

На предложение ученых, агрономов поделиться с корейцами опытом, те заявили, что они, собственно, не нуждаются здесь в агрономах, которые будут учить, как обращаться с землей. Они и сами знают свое дело, да получше русских, так что пусть им не морочат голову с агрономами.

Американцы познакомились с ними на пути к полям пройдя по маленькой улочке, которая заканчивалась у ручья, увидели кореянку с маленьким ребенком, привязанным к спине, которая наклонившись над деревянным корытом, стирала белье. Она украдкой бросила на нас взгляд и продолжила свою работу.

Поля и огороды здесь производят самое лучшее впечатление своей ухоженностью. Чувствуется, сколько труда в них вложено. Мы любимемся ровными рядами разных культур: огурцы, помидоры, бобы, горох, морковь, дыни, арбузы, свекла. Вот большое поле чумизы, а рядом зеленые стебли овса. Вот тянутся длинные ряды маиса, а вот раскинулись широкие листья табака».

Немало корейцев большими группами проживало в Биробиджане на кирпичном заводе, в Смидовичском и других районах.

В истории корейских жителей области, в том числе села Благословенное, сентябрь 1937 года стал самым черным. Все корейское население в соответствии с решением советского правительства было депортировано в далекий Казахстан [9].

Из книги Давида Вайсермана «Биробиджан: мечты и трагедии»:

«В этот день, в 4 часа утра, в села Благословенное и Екатерино-Никольское Сталинского района подъехали несколько десятков машин с работниками НКВД, и в течение четырех–пяти часов люди, оставившие почти все нажитое и, самое главное, землю, на которой трудились более 70 лет они и их предки, были отправлены в областной центр. Здесь их ждали 60 вагонов для того, чтобы их отправить в южные районы страны» [4].

При этом в письме руководителей крайкома ВКП (б) и Далькрайисполкома, начальника Управления НКВД по Дальневосточному краю руководителям районов, корейское население которых подлежало переселению в Казахстан, было указано, что «корейцев коммунистов и комсомольцев, живущих и работающих в районе, а также корейскую интеллигенцию (учителей, агрономов, врачей) – всех их на общих основаниях переселить вместе с остальным корейским населением».

Для многих из них, бывших наших земляков, этот путь стал последним в жизни. Невозможно передать то горе, ту трагедию, которая постигла корейское население. Им даже не дали 24 часов для того, чтобы подготовиться к отправке. Непонятно, в чем же оказался виноватым целый народ? Фальсификация дел на корейцев – мужчин, обви-

нения в шпионаже в пользу иностранных разведок началась задолго до 1937 года. Еще в конце 1930 года в селе Благословенном, где проживали только корейцы, были расстреляны 13 человек, которые попали в так называемый список «кулаков первой категории». Еще 27 человек попали во вторую категорию кулаков, были выселены из села и отправлены в сибирские лагеря».

По данным Всероссийской переписи 2010 года, в селе Благословенном проживало 869 человек. Свежие данные о населении Благословенного в настоящее время отсутствуют, но, насколько стало известно из непроверенных источников, потомков корейских иммигрантов в селе нет.

В 2019 году в селе обсуждали установку памятника основателям села – православным корейцам. Был разработан проект памятника. Местом для его установки была определена территория, где ранее находился храм святого благоверного князя Александра Невского.

Тогда же обсуждались вопросы привлечения средств единомышленников, а также поиск подрядчика для установки памятника. Колокол и купол было решено приобретать в центральной части России, сам памятник изготавливать непосредственно в Еврейской автономной области. Но, к сожалению, эта идея до сих пор не воплощена в жизнь.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Административно-территориальное устройство Еврейской автономной области. 1858-2003 гг. Хабаровск: РИОТИП, 2004. 352 с.
2. Биробиджанская звезда. 2006. 17 августа. № 58.
3. Благословенное в судьбах и фотографиях // Биробиджанская звезда. 2015. 23 сентября. № 67.
4. Вайсерман Д. Биробиджан: мечты и трагедии. История ЕАО в судьбах и документах. Хабаровск: РИОТИП, 1999. 512 с.
5. ГА ЕАО. Ф. И-490. Оп. 1. Д. 20. Л. 237–252.
6. ГА ЕАО. Ф. Р-186. Оп. 2. Д. 1. Л. 100.
7. Казакевич Э. Биробиджанстрой: сборник стихов на идиш и в переводе на русский язык / под ред. В.С. Гуревича. Биробиджан, 2016. 119 с.
8. Тальми Л. Ин корейский. Урми. Глава из книги «На целине». (Перевод с идиша Е. Сарашевской) // Люди биробиджанского поколения / сост. Е.И. Сарашевская. Биробиджан, 2019. Кн. 2. С. 85–94.
9. Три школы корейского села // Биробиджанер штерн. 2011. 6 июля. № 47.
10. Хашчеватский М. А райзэ кейн Биробиджан («Путешествие в Биробиджан»): книга очерков / перевод с идиша В. Фоменко. Киев, 1937. URL: <http://nasledie-eao.ru/news/pdf> (дата обращения: 12.03.2024).

REFERENCES:

1. *Administrativno-territorial'noe ustroistvo Evreiskoi avtonomnoi oblasti. 1858-2003 gg.* (The administrative and territorial structure of the Jewish Autonomous Region. 1858-2003). Khabarovsk: RIOTIP Publ., 2004. 352 p. (In Russ.).
2. *Birobidzhanskaya zvezda*, 2006, august 17th, no. 58. (In Russ.).
3. *Blagoslovennoe in destinies and photographs. Birobidzhanskaya zvezda*, 2015, september 23rd, no. 67. (In Russ.).
4. *Vaiserman D. Birobidzhan: mechty i tragedii. Istoriya EAO v sud'bakh i dokumentakh* (Birobidzhan: Dreams and tragedies. The history of the EAO in the fates and documents). Khabarovsk: RIOTIP Publ., 1999. 512 p. (In Russ.).
5. *GA EAO. F. I-490. Op. 1. D. 20. L. 237–252.* (In Russ.).
6. *GA EAO. F. R-186. Op. 2. D. 1. L. 100.* (In Russ.).
7. *Kazakevich E. Birobidzhanstroj: sbornik stikhov na idish i v perevode na russkii yazyk* (Birobidzhanstroy: collection of poems in Yiddish and translated into Russian), V.S. Gurevicha Ed. Birobidzhan, 2016. 119 p. (In Russ.).
8. *Tal'mi L. In Korean. Urmi. A chapter from the book «On virgin land».* (Translated from Yiddish by E. Sarashevskaya), in *Lyudi birobidzhansko-go pokoleniya* (People of the Birobidzhan generation), E.I. Sarashevskaya Comp. Birobidzhan, 2019, kn. 2, pp. 85–94. (In Russ.).
9. *Three schools of the Korean village. Birobidzhaner shtern*, 2011, july 6, no. 47. (In Russ.).
10. *Khashchevatskii M. A raize kein Birobidzhan («Puteshestvie v Birobidzhan»): kniga ocherkov* (A raise kane Birobidzhan («Journey to Birobidzhan»): the book of essays), V. Fomenko translated from Yiddish. Kiev, 1937. Available at: <http://nasledie-eao.ru/news/pdf> (accessed: 12.03.2024). (In Russ.).

KOREAN IMMIGRANTS IN THE HISTORY OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

V.S. Gurevich

The successful Amur rafting and signing of the Aigun and Beijing treaties with the Qing Empire ensured the Russian Far Eastern lands return in the middle of the XIX century. Subsequently, more than a dozen new settlements appeared on the left bank of the Amur River, including the future Jewish Autonomous region area. Some of them were founded by Koreans, whose exodus to Russia began in 1864. At the same time, Koreans voluntarily changed their religion from Buddhism to Orthodoxy. Because of the lack of land plots for them in the south of Primorye, the Russian government allowed the new Russians to partially relocate to other areas in the Far East, including the Amur lands. About five hundred people settled on the lands assigned to them by the Catherine-Nikolsky Cossack district at the confluence of the Samara River with the Amur. Here, in 1871, they founded their settlement. One of their villages, formed in 1871, was the village of Blagoslavennoye, named by the Koreans themselves in honor of the Christian blessing.

Subsequently, Korean settlements appeared at In station, the village of Tikhonkaya. There were small Korean schools opening there. Korean peasants more than enough provided the regional markets with vegetables and other agricultural products. The black days in the history of the Korean inhabitants of the Far East came in September 1937, when the Korean population was resettled in Kazakhstan.

Keywords: Korean immigration, agriculture, fans, resettlement.

Reference: Gurevich V.S. Korean immigrants in the history of the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 117–122. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-117-122.

Поступила в редакцию 05.09.2024

Принята к публикации 17.12.2024

Правила оформления рукописи в журнале «РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ»

1. Рукопись загружается на сайте журнала <http://regional-problems.ru/>. Перед загрузкой статьи в редакцию журнала автор должен обязательно зарегистрироваться на сайте <http://regional-problems.ru/> (вкладка «Вход-Регистрация»).

Автору необходимо загрузить на сайт журнала экспертное заключение учреждения (с подписью автора/ов и печатью), в котором выполнена работа. Если по техническим причинам не удастся подать рукопись и сопровождающие документы через информационную систему, ее можно направить на электронный адрес reg.probl@yandex.ru.

2. Рекомендуем оформлять статью по рубрикам: актуальность (постановка проблемы), объект и методы, результаты исследования и их обсуждение, заключение, список литературы. Содержание статей логически структурировано, легко читаемо и понятно.

3. На первой странице рукописи в левом верхнем углу должен быть указан индекс по универсальной десятичной классификации (УДК).

4. Далее по центру: заглавие статьи, фамилии авторов, аффилиация авторов, аннотация, ключевые слова должны быть представлены на русском и английском языке. После e-mail автора через запятую приводят ORCID автора в виде электронного адреса в сети «Интернет».

Аннотация статьи (200–250 слов) должна быть структурированной, кратко и точно излагать содержание статьи, включать основные фактические сведения и выводы, без дополнительной интерпретации или критических замечаний автора статьи. Текст аннотации не должен содержать информацию, которой нет в статье. Она должна отличаться лаконичностью, убедительностью формулировок, отсутствием второстепенной информации. Методы в аннотации только называются. Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдаётся предпочтение новым результатам и выводам, которые, по мнению автора статьи, имеют практическое значение. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, описанными в статье. Включение в аннотацию схем, таблиц, графиков, рисунков, а также ссылок на литературные источники не допускается.

Ключевые слова и словосочетания (оптимально 5–7 слов) отделяются друг от друга запятой. Список ключевых слов должен максимально точно отражать предметную область исследования.

5. 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 ограничен, напечатан через 1,5 интервал. К публикации принимаются статьи на русском и английском языках.

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

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

8. Ссылка на цитату указывается сразу после неё в квадратных скобках. В статье запрещается использовать подстрочные сноски для указания источников цитирования. Текст не должен содержать ссылок на источники, не включённые в пристатейный список.

9. Выводы пишутся в утвердительных предложениях, фиксирующих полученные собственные результаты работы, и, в совокупности, однозначно показывающих достижение цели. Они перечисляются в порядке важности.

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

11. Весь иллюстративный материал (графики, схемы, фотографии, карты) именуется рисунками и имеет сквозную порядковую нумерацию. Рисунки выполняются 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.

12. В конце текста статьи (перед используемой литературой) необходимо указать организацию, при финансовой поддержке которой была выполнена статья (например, госзадание №..., проект РФФИ №..., и т.д.).

13. Цитируемая литература приводится отдельным списком, перечисляется по алфавиту. Объем цитируемой литературы не ограничен.

Список литературы приводится сначала на русском языке, далее на латинице (транслитерация – перевод текста, <http://translit.ru/> (вкладка основные переключить на BSI). В списке литературы первым приводится перечень работ отечественных авторов, в который также включаются работы иностранных авторов, переведённые на русский язык. Затем приводится перечень литературных источников, опубликованных на иностранных языках, в который включаются работы отечественных авторов, переведённые на иностранный язык. В список литературы не включаются неопубликованные работы.

13.1. Для каждого пункта списка литературы в зависимости от типа ссылки **необходимо указать:**

- для книг — фамилии авторов, инициалы, название книги, город, издательство, год издания, том, количество страниц;
- для журнальных статей — фамилии авторов, инициалы, название статьи, название журнала, серия, год, том, номер, выпуск, первая (по возможности также последняя) страница статьи;
- для материалов конференций, школ, семинаров — фамилии авторов, инициалы, название статьи, название издания, время и место проведения конференции, город, издательство, год, первая (по возможности также последняя) страница статьи.

Если источнику (его цифровой копии) присвоен DOI, то он обязательно приводится после всего описания источника в следующей форме без точки в конце: DOI: 10.5194/acp-16-14421-2016.

Авторы предоставляют **полный перевод списка литературы (транслитерация)**, с сохранением оригинального порядка следования публикаций, руководствуясь следующими правилами:

Статья из журнала

Ревуцкая О.Л., Красота Т.Г. Производственный потенциал Еврейской автономной области: оценка и сопоставление с регионами Дальневосточного Федерального округа // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 22–34. DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Статьи из сборников и материалов конференций

Комарова Т.М., Калинина И.В., Мищук С.Н. Социально-демографическая безопасность приграничного региона (на примере Еврейской автономной области) // Вопросы географии: сб. 141: Проблемы регионального развития России. М.: Кодекс, 2016. С. 578–594.

Комарова Т.М. Демографическая безопасность стран Центральной Азии: взгляд извне // Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всерос. науч. конф. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 341–344. DOI: 10.31433/978-5-904121-22-8-2018-341-344

Монография

Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с.

Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии: в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2013. 192 с.

Материалы конференции

Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всероссийской научной конференции / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. 459 с.

Диссертация

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 160 с.

Автореферат диссертации

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 19 с.

Электронный ресурс удаленного доступа

Горюхин М.В. К созданию карты атмосферных и водных экологических ситуаций Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 11–16. URL: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (дата обращения: 07.04.2021).

Статья из журнала на англ. яз.

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability // Nonlinear Dynamics. 2020. Vol. 101, N 1. P. 687–709. DOI: 10.1007 / s11071-020-05745-w

Статья из сборника на англ.яз.

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference). E3S Web of Conferences. Tomsk. Vol. 98. P. 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/20199802008

13.2. Особенности представления источников в списке на латинице (References)

Для списка литературы на латинице не применимы правила русского ГОСТа, поскольку используемые в нем знаки не воспринимаются зарубежными системами и ведут к ошибкам и потере данных. В списке литературы на латинице выходные данные издания представляются в соответствии с международными правилами, которые позволят автоматизированным информационным системам распознать источник.

Источники на кириллице переводятся в латинизированный формат с помощью сочетания транслитерации и перевода (см. описания и примеры ниже).

Если в источнике на кириллице есть перевод названия на английский, использовать следует именно его (это не отменяет параллельной транслитерации в случаях из описаний ниже!). Также из источника (при наличии) следует взять транслитерации Ф.И.О. авторов и редакторов.

Список литературы в латинице можно готовить с помощью систем транслитерации свободного доступа (<http://www.translit.ru>) во вкладке **Основные** выбираем **BSI**.

Просим авторов строго соблюдать все приведенные ниже правила (включая пробелы, шрифты и другие особенности форматирования, знаки препинания между словами и пр.).

Для русскоязычной монографии/сборника в полное описание входят: автор(ы) (если указаны, транслитерация); название (транслитерация); перевод названия на английский; редак-

тор(ы) (если они указаны, транслитерация); место издания на английском языке; издательство (перевод, если это организация; транслитерация + Publ., если издательство имеет собственное название); год издания; указание на язык статьи (In Russ.).

Для русскоязычной статьи в полное описание входят: автор(ы) (транслитерация); перевод названия статьи на английский; название источника, в котором опубликована статья (транслитерация или – для журнала – официальное название на английском); перевод названия источника на английский (для журнала не требуется); выходные данные с обозначениями на английском языке; указание на язык статьи (In Russ.).

Указанные схемы (с корректировкой в очевидных местах) применяются также для иностранных источников. Специально обращаем внимание авторов на то, что таким образом один и тот же иностранный источник в традиционном списке и в списке на латинице будет представлен по-разному.

В отличие от форматирования отбор данных для описания References (сокращение списка авторов и пр.) происходит по принципам традиционного списка литературы, приведённым выше.

Исключения: 1) римские цифры нужно заменять арабскими (например, в номерах томов); 2) в названиях и переводах названий книг на английском слова, кроме служебных, пишутся с заглавной буквы (не относится к названиям статей, названиям на других языках и транслитерации названий!); 3) для журнальных статей допускается представление источника в сокращённом формате (с пропуском названия статьи и слов в выходных данных, см. пример).

Примеры представления источников в References:

Статья из журнала

Ревуцкая О.Л., Красота Т.Г. Производственный потенциал Еврейской автономной области: оценка и сопоставление с регионами Дальневосточного Федерального округа // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 22–34. DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Транслитерация

Revutskaya O.L., Krasota T.G. Production potential of the Jewish Autonomous Region: assessment and comparison with the regions of the Far Eastern Federal. *Regional'nye problemy*, 2020, vol. 23, no. 4, pp. 22–34. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Статьи из сборников и материалов конференций

Комарова Т.М., Калинина И.В., Мишук С.Н. Социально-демографическая безопасность приграничного региона (на примере Еврейской автономной области) // Вопросы географии: сб. 141: Проблемы регионального развития России. М.: Кодекс, 2016. С. 578–594.

Комарова Т.М. Демографическая безопасность стран Центральной Азии: взгляд извне // Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всерос. науч. конф. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 341–344. DOI: 10.31433/978-5-904121-22-8-2018-341-344

Транслитерация

Komarova T.M., Kalinina I.V., Mishchuk S.N. Sociodemographic security of a Border Region: a case study of Jewish Autonomous Oblast, in *Voprosy geografii: no. 141: Problemy regional'nogo razvitiya Rossii* (Problems of Geography: no 141: Problems of Regional Development of Russia). Moscow: Kodeks Publ., 2016, pp. 578–594. (In Russ.).

Komarova T.M. Demographic security of the Central Asian countries: looking from the outside, in *Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya* (Present Problems of Regional Development).

Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018, pp. 341–344. (In Russ.).

Монография

Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с.

Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии: в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2013. 192 с.

Транслитерация

Rubtsova T.A. *Derev'ya, kustarniki, liany Evreiskoi avtonomnoi oblasti i ikh ispol'zovanie v ozelenenii* (Trees, shrubs, lianas of the Jewish Autonomous Region and their use in planting of greenery). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2021. 181 p. (In Russ.).

Petrishchevsky A.M. *Gravitatsionnyi metod otsenki reologicheskikh svoistv zemnoi kory i verkhnei mantii: v konvergentnykh i plyumovykh strukturakh Severo-Vostochnoi Azii* (Gravity method for evaluation of rheological properties of the crust and uppermost mantle: in the convergent and plume structures of the North-East Asia. Moscow: Nauka Publ., 2013. 192 p. (In Russ.).

Материалы конференции

Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всероссийской научной конференции / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. 459 с.

Транслитерация

Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: materialy VII Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (Present Problems of Regional Development: materials of the VII All-Russian Scientific Conference), Frisman E.Ya., Ed. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 459 p. (In Russ.).

Диссертация

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 160 с.

Транслитерация

Poturay V.A. Organic matter in the peninsular and continental hydrothermal systems of the Far East. Dissertation of cand. Sci. (geol. –mineral.). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 459 p. (In Russ.).

Автореферат диссертации

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 19 с.

Транслитерация

Poturay V.A. Organic matter in the peninsular and continental hydrothermal systems of the Far East. Extended Abstract of Cand. Sci. (geol.-mineral.) Dissertation. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 19 p. (In Russ.).

Электронный ресурс удаленного доступа

Горюхин М.В. К созданию карты атмосферных и водных экологических ситуаций Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 11–16. URL: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (дата обращения: 07.04.2021).

Транслитерация

Goryukhin M.V. Approaches to creating a map of atmospheric and water ecological situations in the Jewish autonomous region. *Regional'nye problemy*, 2020, vol. 23, no. 4, pp. 11–16. Available at: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (accessed: 07.04.2021). (In Russ.).

Статья из журнала на англ. яз.

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability // *Nonlinear Dynamics*. 2020. Vol. 101, N 1. P. 687–709. DOI: 10.1007 / s11071-020-05745-w

Транслитерация

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability. *Nonlinear Dynamics*, 2020, vol. 101, no. 1, pp. 687–709.

Статья из сборника на англ.яз.

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference). E3S Web of Conferences. Tomsk. Vol. 98. P. 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/20199802008

Транслитерация

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East. *16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference)*. E3S Web of Conferences. Tomsk, no. 98, pp. 02008.

14. В конце рукописи необходимо четко указать название учреждения, фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, почтовый адрес (с индексом) и телефон автора, с которым редакция будет решать вопросы, возникающие при работе с текстом.