

ISSN 2687-0509

# ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ



**4**(12).2022

---

# ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научный журнал

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский институт географии  
Дальневосточного отделения  
Российской академии наук

4 (12). 2022

Журнал основан в 2020 г.

Выходит 4 раза в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### Тихоокеанскому институту географии ДВО РАН – 50 лет

ОРЕШКО А.П., КРАСНОПЕЕВ С.М. Математическое моделирование климатической системы «ледники–океан–атмосфера» и других природных процессов в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН .....	5
ШАМОВ В.В., ГОРБАТЕНКО Л.В. Гидрологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН .....	17

### Изучение территориальных социально-экономических систем и их компонентов

БАКЛАНОВ П.Я., МОШКОВ А.В. Городская агломерация как интегральная урбанизированная геосистема .....	29
ДМИТРИЕВ Р.В., ШУПЕР В.А. Система расселения Азиатской России: единство в многообразии .....	38

### Изучение природных геосистем и их компонентов

ПЛЮСНИН В.М. История становления, современное состояние и перспективы стационарных исследований в Сибири .....	49
БАДЕНКОВ Ю.П., КАЧУР А.Н., КОПЦЕВ А.П., КУДРЯВЦЕВА Е.П., ШУЛЬКИН В.М., ХРИСТОФОРОВА Н.К. Полвека географических исследований и мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе (к 50-летию научной экспериментальной станции «Смычка») .....	60
ЛИСИНА И.А., ВАСИЛЕВСКАЯ Л.Н., ЛЕБЕДЕВА О.И., ВОЛКОВА Д.И. Исследование пространственно-временного распределения общего индекса патогенности климата Приморского края за 2011–2020 гг. ....	72

### К юбилею Владимира Клавдиевича Арсеньева

К 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева. БАКЛАНОВ П.Я., ГАНЗЕЙ К.С. ....	82
БРОВКО П.Ф. Вклад В.К. Арсеньева в географические исследования на Дальнем Востоке	87

### Хроника

Научная конференция «Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях». ГАНЗЕЙ К.С. ....	96
Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения Ю.П. Михайлова. ЗАБОРЦЕВА Т.И. ....	98

### Памяти коллеги

Девяносто лет со дня рождения А.П. Кулакова. НЕВСКИЙ В.Н., СКРЫЛЬНИК Г.П. ....	100
--	-----

Авторский указатель статей, опубликованных в 2022 году .....	103
--	-----

### **Главный редактор**

**академик РАН, вице-президент Русского географического общества,  
научный руководитель ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН  
П.Я. БАКЛАНОВ**

### **Заместители главного редактора:**

**МОШКОВ А.В. – д.г.н., главный научный сотрудник ТИГ ДВО РАН  
ГАНЗЕЙ К.С. – к.г.н., директор ТИГ ДВО РАН**

### **Ответственный секретарь**

**ГОРБАТЕНКО Л.В. – к.г.н., научный сотрудник ТИГ ДВО РАН**

### **Переводчик**

**ЛАНКИН А.С. – помощник директора по международным связям ТИГ ДВО РАН**

### **Редакционная коллегия:**

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Бровко П.Ф.     | – д.г.н., профессор Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток)  |
| Воронов Б.А.    | – чл.-корр. РАН, научный руководитель ХФИЦ, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск)                                       |
| Гармаев Е.Ж.    | – чл.-корр. РАН, директор Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ)   |
| Говорушко С.М.  | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Дао Динь Чам    | – профессор, директор Института географии ВАНТ (Вьетнам)   |
| Дон Соучен      | – профессор, директор Центра устойчивого развития в Северо-Восточной Азии, Институт географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай) |
| Ермошин В.В.    | – к.г.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Жариков В.В.    | – к.г.н., заместитель директора Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Качур А.Н.      | – к.г.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Лау Винь Кам    | – профессор, вице-президент Ассоциации азиатских географов (Вьетнам)   |
| Махинов А.Н.    | – д.г.н., главный научный сотрудник ХФИЦ, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск)   |
| Мишина Н.В.     | – к.г.н., научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Новиков А.Н.    | – д.г.н., профессор Забайкальского государственного университета (г. Чита)   |
| Осипов С.В.     | – д.б.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Паничев А.М.    | – д.б.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Пинной Чжан     | – профессор, заместитель директора Института географии и агроэкологии КАН (Китай)  |
| Плюснин В.М.    | – д.г.н., научный руководитель Института географии СО РАН (г. Иркутск)   |
| Разжигаева Н.Г. | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Сунь Цзилин     | – академик Инженерной Академии Китая, Институт географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай)                                      |
| Чибилев А.А.    | – академик РАН, научный руководитель Института степи УрО РАН (г. Оренбург)   |
| Шамов В.В.      | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Шулькин В.М.    | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток)  |
| Ян Япин         | – профессор, заведующий отделом Института географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай)   |

# PACIFIC GEOGRAPHY

Scientific journal

Founder

Pacific Geographical Institute  
Far Eastern Branch  
Russian Academy of Sciences

4 (12). 2022

The journal was found in 2020

Periodicity – 4 times a year

## CONTENTS

### 50 years of Pacific Geographical Institute, FEB RAS

ORESHKO A.P., KRASNOPEYEV S.M. Mathematical modeling of the climate system “glaciers–ocean–atmosphere” and other natural processes at Pacific Geographical Institute FEB RAS	5
SHAMOV V.V., GORBATENKO L.V. Hydrological Research at the Pacific Geographical Institute FEB RAS	17

### Examination of the territorial socio-economic systems and their components

BAKLANOV P.YA., MOSHKOV A.V. Urban agglomeration as an integrated urbanized geosystem	29
DMITRIEV R.V., SHUPER V.A. The Settlement System of Asiatic Russia: Unity in Diversity	38

### Examination of the natural geosystems and their components

PLYUSNIN V.M. Development history, present status and prospects of station-based research in Siberia	49
BADENKOV Yu.P., KACHURA N., KOPTSEVA P., KUDRYAVCEVA E.P., SHULKIN V.M., KHRISTOFOROVA N.K. Half a century of geographical research and monitoring in the Sikhotealin biosphere region (To the 50th anniversary of the Scientific Experimental Station “Smychka”)	60
LISINA I.A., VASILEVSKAYA L.N., LEBEDEVA O.N., VOLKOVA D.I. A study of the spatial and temporal distribution of the total climate pathogenicity index of Primorsky Krai for 2011–2020	72

### To the 150th anniversary of the birth of Vladimir Klavdievich Arseniev

BAKLANOV P. Y., GANZEI K.S. Vladimir Klavdievich Arseniev – 150 years!	82
BROVKO P.F. Contribution of V.K. Arseniev to geographical research of the Far East	87

### Chronic

Scientific conference «The role of stationary observations in modern geographical research». GANZEI K.S.	96
Scientific Readings on the 100 Anniversary of Yu.P. Mikhailov. ZABORTCEVA T.I.	98

### In memory of colleague

Ninety years since the birth of A.P. Kulakov. NEVSKY V.N., SKRYLNIK G.P.	100
--	-----

Author index of articles published in 2021	103
--	-----

### Chief Editor

Academician of the Russian Academy of Sciences, the Vice-president of the Russian Geographical Society,  
Scientific Adviser of Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences  
**P.Ya. BAKLANOV**

### Deputy Editors:

A.V. MOSHKOV – ScD. (Geography), Chief Researcher of PGI of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences  
K.S. GANZEI – PhD., Director of PGI of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

### Executive Secretary

L.V. GORBATENKO – PhD (Geography), research associate

### Translator

A.S. LANKIN – Assistant on external affairs

### Editorial Board:

- Brovko P.F. – ScD., Professor of Far Eastern Federal University (Vladivostok)  
Chibilev A.A. – Academician of RAS, Research Adviser of Institute of Steppe of the URAL Branch of RAS (Orenburg)  
Dao Dinh Cham – professor, director, Institute of Geography, Vietnamese Academy of Science and Technology (Hanoi, Vietnam)  
Ermoshin V.V. – PhD (Geography), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Garmaev E.Zh. – Correspondent Member of RAS, Director of Baikal Institute of Nature Management of the Siberian Branch of RAS (Ulan-Ude)  
Govorushko S.M. – ScD (Geography), senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Jiulin Sun – professor, academician of the Chinese Academy of Engineering; Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)  
Kachur A.N. – PhD (Geography), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Makhinov A.N. – ScD (Geography), Senior research associate of Institute of Water Ecological Problems of FEB RAS (Khabarovsk);  
Mishina N.V. – PhD (Geography), research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Novikov A.N. – ScD (Geography), Professor of Baikal University (Chita)  
Osipov S.V. – ScD (Biology), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Panichev A.A.M. – ScD (Biology), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Pingyu Zhang – professor, Northeastern Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences (Changchun, China)  
Plyusnin V.M. – ScD (Geography), Research Adviser of Institute of Geography of the Siberian Branch of RAS (Irkutsk)  
Razjigaeva N.G. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Shamov V.V. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Shulkin V.M. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)  
Suocheng Dong – professor, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)  
Vinh Cam Lai – professor, Vice-President of the Association of Asian Geographers (Hanoi, Vietnam)  
Voronov B.A. – Correspondent Member of RAS, Research Adviser of Institute of Water Ecological Problems of FEB RAS (Khabarovsk)  
Yaping Yang – professor, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)  
Zharikov V.V. – PhD (Geography), Deputy Director of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)



## Математическое моделирование климатической системы «ледники–океан–атмосфера» и других природных процессов в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН

Анатолий Петрович ОРЕШКО

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

aporeshko@gmail.com

Сергей Михайлович КРАСНОПЕЕВ

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

sergeikr@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8409-7062>

**Аннотация.** В статье дается краткий обзор результатов исследований ТИГ ДВО РАН в области математического моделирования климатической системы «ледники–океан–атмосфера». Одной из первых в Тихоокеанском институте географии была создана лаборатория математического моделирования климата. Целью ее создания были исследования по выявлению сути физических механизмов формирования климата и разработка на их основе работоспособных математических моделей с иерархией пространственно-временного разрешения. В области изучения общих свойств и особенностей формирования длиннопериодных колебаний в климатической системе ряд разработок, выполненных в лаборатории математического моделирования климата ТИГ ДВНЦ АН СССР, имеет общепризнанное мировое значение. Была разработана гидродинамическая модель глобальной системы «ледники–океан–атмосфера», предназначенная для воспроизведения длиннопериодных колебаний климата и оледенения Земли в плейстоцене. Предложенная эффективная численная схема открыла возможность проведения численных экспериментов на уже существующих в то время за рубежом ЭВМ. В 1978 г. в рамках межправительственного советско-американского соглашения о сотрудничестве в области исследований окружающей среды, медицины и космоса такие эксперименты были проведены в Национальном центре атмосферных исследований (NCAR, Boulder, Co.) на суперкомпьютере CRAY-1. Был решен ряд проблем, связанных с построением замкнутых гидродинамических моделей всех компонент глобальной системы «ледники–океан–атмосфера». Разработанная статистическая модель регионального климата обеспечила возможность восстановления региональной структуры климатических полей по их известным крупномасштабным характеристикам. С конца 1980-х – начала 1990-х гг., когда лаборатория лишилась вычислительной базы, основные исследования были ориентированы на математическое моделирование природных процессов. Наиболее значимые из них: разработка математической модели морского льда и оценка на ее основе термодинамических характеристик Тугурского залива при создании приливной электростанции; разработка математической модели многовидовых растительных сообществ («мхи», «травы» и «деревья») с учетом конкуренции за ресурсы; разработка математической модели термодинамического режима деятельного слоя почвогрунтов криолитозоны и эмиссии углерода из почвы в атмосферу с учетом источников тепла биогенного происхождения.

**Ключевые слова:** климат, колебания климата, математическая модель, система «ледники–океан–атмосфера», природные процессы.

**Для цитирования:** Орешко А.П., Краснопеев С.М. Математическое моделирование климатической системы «ледники–океан–атмосфера» и других природных процессов в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 5–16. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_1](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_1). EDN: AZBURS.

Original article

## Mathematical modeling of the climate system “glaciers–ocean–atmosphere” and other natural processes at Pacific Geographical Institute FEB RAS

Anatoly P. ORESHKO  
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, aporeshko@gmail.com

Sergey M. KRASNOPEYEV  
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, sergeikr@tigdvo.ru,  
<https://orcid.org/0000-0001-8409-7062>

**Abstract.** The article gives a brief overview of the research results of PGI FEB RAS in the field of mathematical modeling of the climate system “Glaciers–Ocean–Atmosphere”. A laboratory of mathematical climate modeling was among the first labs at the Pacific Institute of Geography (former name of PGI). The purpose of its creation was to research the essence of the physical mechanisms of climate formation and the development of efficient mathematical models with a hierarchy of spatio-temporal resolution on this basis. In the field of studying the general properties and features of the formation of long-period fluctuations in the climate system, a number of developments carried out in the laboratory of mathematical climate modeling of the Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, have a generally recognized world significance. A hydrodynamic model of the global system “glaciers–ocean–atmosphere” was developed, designed to reproduce long-period climate fluctuations and glaciation of the Earth in the Pleistocene. The proposed effective numerical scheme has opened the possibility of conducting numerical experiments on already existing computers at that time abroad. In 1978, within the framework of the intergovernmental Soviet-American agreement on cooperation in the field of environmental, medical and space research, such experiments were conducted at the National Center for Atmospheric Research (NCAR, Boulder, Co.) on a CRAY-1 supercomputer. A number of problems were solved related to the construction of closed hydrodynamic models of all components of the “Glacier–Ocean–Atmosphere” global system. The developed statistical model of the regional climate made it possible to reconstruct the regional structure of climatic fields based on the well-known large-scale characteristics of these fields. Since the late 1980s-early 1990s, when the laboratory lost its the computing base, the main studies were focused on mathematical modeling of natural processes. The most significant of them: the development of a mathematical model of sea ice and the assessment of the thermodynamic characteristics of the Tugur Gulf on its basis when creating a tidal power plant; development of a mathematical model of multi-species plants (“mosses”, “grasses” and “trees”) communities taking into account competition for resources; development of a mathematical model of the thermodynamic regime of the active layer of cryolithozone soils and carbon emissions from soil into the atmosphere, taking into account heat sources of biogenic origin.

**Keywords:** climate, climate Fluctuations, mathematical model, “Glaciers–Ocean–Atmosphere” system, natural processes.

**For citation:** Oreshko A.P., Krasnopeyev S.M. Mathematical modeling of the climate system “glaciers–ocean–atmosphere” and other natural processes at Pacific Geographical Institute FEB RAS. *Pacific Geography*. 2022;(4):5-16. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_1](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_1).

*Человеку ничего не оставалось бы  
требовать от бога,  
если бы он научился правильно  
предсказывать погоду.*

М.В. Ломоносов

## **Введение**

Одними из первых в ТИГ ДВО РАН были созданы лаборатории математического моделирования климата и энергомассообмена. Их возглавили соответственно кандидаты наук Владимир Яковлевич и Сергей Яковлевич Сергины, уже имевшие признание в научной среде за разработку математической модели глобальной климатической системы. Ценность данной модели заключалась в том, что она предоставляла возможность объяснения причинных механизмов изменений природной среды.

Дальнейшие исследования, направленные на выявление сути физических механизмов формирования климата и создание на этой основе работоспособных математических моделей с иерархией пространственно-временного разрешения, стали долговременной программой лаборатории математического моделирования климата. В лаборатории сложился сильный коллектив математиков, это были выпускники МФТИ (А.В. Вертель, Б.С. Струков, Н.А. Ююкин, В.В. Корняк), мехмата МГУ (М.С. Пермяков) и Дальневосточного государственного университета (А.П. Орешко, В.М. Карпец, А.В. Лапшин, Л.М. Ельцов, А.Т. Караченов, Н.Д. Вознесенский). Позднее коллектив лаборатории пополнился как молодыми специалистами (В.П. Елисеев, С.М. Краснопеев, А.А Шипулин), так и признанным специалистом в области океанологии (В.И. Чупрынин).

В мае 1974 г. В.Я. Сергин защитил докторскую диссертацию по физико-математическим наукам. Несколько позднее докторскую диссертацию по географическим наукам, посвященную ледниковым событиям плейстоцена, защитил и С.Я. Сергин. К началу 1980-х гг. по результатам исследований стало ясно, что причины глобальных колебаний климата и оледенения Земли, по выражению В.Я. Сергина, «перестали быть загадкой естествознания и перешли в разряд проблем, доступных строгому научному исследованию» [1]. Продолжение исследований требовало мощных компьютеров, а их не было и не предвиделось в обозримом будущем. В отсутствие ясной перспективы дальнейших исследований физических механизмов формирования климата В.Я. Сергин перешел на работу в Институт проблем управления АН СССР. С этого момента лабораторию математического моделирования климата возглавил кандидат физико-математических наук Анатолий Петрович Орешко, а позже кандидат физико-математических наук С.М. Краснопеев.

## **Результаты и их обсуждение**

Модельное изучение динамических свойств отдельных естественных компонентов климатической системы показало, что они распадаются, по крайней мере, на три группы или подсистемы. Группа А ответственна за формирование относительно медленных (с масштабом около 1 тысячи лет и более) изменений глобального состояния климатической системы; группа Б – за гораздо более быстрые (от сезона до десятков лет) вариации; группу В составляют внешние к рассматриваемой климатической системе факторы. Такое разделение является обоснованием квазинезависимого (до известных пределов) моделирования подсистем и даже отдельных компонентов, что позволяет верифицировать



модели, а в ряде случаев и определять их параметры, а также предоставляет возможности для эффективного объединения данных подсистем с точки зрения реализации. При этом приближенное и имеющее контролируруемую точность моделирование динамики подсистем А и Б осуществляется последовательно, поэтапно. Например, при условиях, определяемых в рамках такой теории, эволюция подсистемы Б происходит на фоне «замороженных» (временно зафиксированных) характеристик подсистемы А, которые играют роль квазистационарных (почти постоянных на рассматриваемом промежутке времени эволюции подсистемы Б) краевых условий и параметров. Наоборот, рассматривая эволюцию подсистемы А, обратное воздействие на нее подсистемы Б можно приближенно заменить характеристиками блока Б, эффективно осредненными по временам порядка масштабов «замороженности» блока А.

Соблюдение принципа соответствия между сложностью модели, качеством исходных данных и результатами позволяет продвинуться в понимании общих физических механизмов действия климатической системы при использовании достаточно простых «мало-параметрических» моделей.

За рядом выполненных в лаборатории математического моделирования климата ТИГ ДВНЦ АН СССР разработок по изучению общих свойств и особенностей формирования длиннопериодных колебаний в климатической системе, включая условия их возникновения, правильное воспроизведение амплитудных и фазовых характеристик при минимуме дополнительных гипотез, был общепризнан мировой приоритет.

Первые попытки построения динамических моделей палеоклимата были предприняты в лаборатории в 1970-х гг. [2]. В их основе лежал анализ термодинамической модели глобальной системы, включающей океан, атмосферу и континентальные ледниковые покровы. Модели строились с использованием существенных упрощений и сводились к системе обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений. Тем не менее вычисленные колебания климата и оледенения Земли совпадали по порядку величин с данными палеоклиматических и палеогеографических реконструкций. Результаты были интересны в том отношении, что демонстрировали возможность моделирования динамики палеоклимата в ретроспективе. Большая часть этих результатов, полученных коллективом лаборатории, систематически изложена в монографии В.Я. Сергина и С.Я. Сергина [3], их физическая обоснованность и интерпретируемость позволяли путем усовершенствования моделей повышать качество и детальность воспроизведения характеристик.

Однако упрощения, использованные при построении термодинамических моделей системы «ледники–океан–атмосфера» (ЛОА), обуславливали такие недостатки, как малое число степеней свободы, полная параметризация процессов в атмосфере и др. В моделях этого класса вычислялись лишь средние (типичные) значения переменных, а пространство учитывалось параметрически (за счет использования представлений о разности температуры между экватором и полюсом, о подобии вертикальной структуры атмосферы и т. п.).

Исходя из вышесказанного, в лаборатории математического моделирования климата была предпринята попытка построения гидродинамической модели глобальной системы «ледники–океан–атмосфера», предназначенной для воспроизведения длиннопериодных колебаний климата и оледенения Земли в плейстоцене. Необходимым условием гидродинамического моделирования таких колебаний является возможность интегрирования связанных систем уравнений гидродинамики на сроки порядка 104–105 лет. Однако интегрирование на такие долгие сроки связано со столь очевидными математическими и техническими трудностями, что указанная задача ранее даже не ставилась. Поэтому важнейшей проблемой являлась разработка численной схемы, которая позволяла бы реализовать гидродинамическую модель глобальной системы «ледники–океан–атмосфера» на высокопроизводительной ЭВМ. В лаборатории математического моделирования климата была предложена эффективная численная схема, основанная на аппроксимации решения полной системы уравнений решением вырожденной (по Тихонову) системы. Соответствующая численная процедура позволяла уменьшить время интегрирования на 2–3 порядка

по сравнению с прямым интегрированием уравнений, что открывало возможность реализации модели глобальной системы «ледники–океан–атмосфера» на уже существующих в то время за рубежом ЭВМ (например, ЭВМ CRAY-1).

Из воспоминаний В.Я. Сергина [1]:

«...В 1976 г. было заключено межправительственное советско-американское соглашение о сотрудничестве в области исследований окружающей среды, медицины и космоса. В рамках этого соглашения в сентябре 1976 г. в Ташкенте состоялся весьма представительный Советско-американский симпозиум по моделированию климата. Мой доклад о моделировании глобальных колебаний климата и оледенения Земли вызвал довольно бурную дискуссию и даже перепалку между видными американскими учеными, профессором С. Манабе из Принстонского университета и профессором Дж. В. Ким из Института климатических исследований США.

...В 1977 г. в соответствии с советско-американским соглашением по окружающей среде состоялся визит советской правительственной делегации в США.

... Приблизительно с этого времени между СССР и США начался обмен учеными в области исследования окружающей среды. Американцы прислали список советских ученых, которых они хотели бы видеть у себя, там было и мое имя. В апреле 1978 г. я был командирован в США на 6 мес. в соответствии с программой обмена учеными. Со мной отправился высококвалифицированный программист В. Александров из ВЦ АН СССР.

...Выделенное в Национальном центре атмосферных исследований (NCAR, Boulder, Co.) машинное время на суперкомпьютере CRAY-1 В. Александров использовал очень эффективно, и мы получали все новые и новые результаты. Соответственно нам добавляли и добавляли машинное время. Кончилось тем, что мы израсходовали более 100 часов машинного времени.

...Кроме того, мы разработали глобально-региональную версию отображения атмосферной циркуляции для нескольких регионов: Северной Атлантики и Европы; Сибири; Дальнего Востока и Антарктики. На CRAY-1 мы сделали компьютерные фильмы атмосферной циркуляции как телескопирование глобальных процессов для каждого из этих регионов. Для Атлантики и Европы получилась характерная картина западного переноса с цепочками циклонов, которые зарождались на юге экватории и двигались на северо-восток, пересекали Европу и затухали на севере региона. В Сибири хорошо воспроизводился устойчивый январский антициклон с редкими вторжениями теплого воздуха с юго-запада. Муссонная циркуляция Дальнего Востока воспроизводилась слабо. Зато в Антарктике формировался четко выраженный классический антициклон (как из учебника по синоптической метеорологии С.П. Хромова) и обтекающая его по периферии череда циклонических вихрей».

Несмотря на очевидные успехи в области гидродинамического моделирования глобальной системы «ледники–океан–атмосфера», оставался ряд нерешенных проблем. В частности, не существовало замкнутых гидродинамических моделей всех компонент глобальной системы ЛОА, и в лаборатории впервые были построены некоторые такие модели.

Так, В.В. Корняк с помощью математических методов исследовал ряд вопросов по теории компонентов климатической системы [4]. Н.А. Ююкин изучал связи между переменными и явлениями и приложение мер связи к задачам климата [5].

А.Т. Караченов продолжал развивать функциональную схему динамической модели палеоклимата в сосредоточенных параметрах, вводя более сложные зависимости, например, раздельный учет влияния полушарий [6]. Вместе с Н.Д. Вознесенским он проводил с этой моделью численные эксперименты по динамике палеоклимата [7].

А.В. Вертедем по блоку А построена и исследована трехмерная гидродинамическая модель континентальных ледниковых покровов (ЛП) земной коры [8, 9]. На первом этапе работы по этой теме большой вклад внес Б.С. Струков [10, 11]. На основе модели были изучены особенности квазистационарного состояния и динамики Антарктического, Гренландского и Лаврентьевского ледниковых щитов. Исследованы устойчивость этих щитов и их чувствительность к изменениям внешних условий. Разработана серия математических

моделей континентальных ледниковых покровов, предназначенных для решения ряда прямых и обратных задач гляциомеханики, связанных с моделированием динамики климатической системы Земли. Реализованы и апробированы численные методы и алгоритмы решения задач моделирования ледниковых покровов в распределенных параметрах, включая квазитрехмерные нестационарные задачи.

Из воспоминаний В.Я. Сергина [1]:

«...Наши модели ледовых покровов имели важное прикладное значение. В то время физики Дубны были встревожены предложениями американских ядерщиков захоронять отходы атомных реакторов в "вечных льдах" Гренландии и Антарктиды. Но длительный срок распада радиоактивных отходов вызывал сомнения в том, что льды полярных областей являются для них "вечными". Для оценки времени переноса радиоактивных отходов от мест захоронения до зоны абляции (края) ледника была необходима математическая модель. Наша модель крупных ледниковых покровов позволяла оценивать время переноса таких отходов по данным о месте и глубине захоронения».

А.В. Лапшиным была построена модель литосферы и астеносферы [12]. С ее помощью изучена динамика гляциоизостатических движений земной коры и уровня океана для плейстоцена и голоцена. Определены параметры астеносферы и найдено подтверждение возможности возникновения климатических колебаний в системе изостатических движений земной коры – континентальных ледниковых покровов – уровня океана. Модель сформулирована как компонента системы ЛОА. Однако ее можно использовать и для палеогеографических расчетов изменений уровня океана и конфигурации материков по данным об изменении размеров континентальных льдов.

Верификация модели литосферы–астеносферы позволила оценить вязкость астеносферного слоя. Сценарий изменения мощностей ледниковых покровов задавался с учетом кривой изменения уровня Мирового океана Миллимена и Эмери, данных проекта КЛИМЭП (CLIMAP – Long range Investigation, Mapping and Prediction) и географических условий районов оледенения. Показана важность учета при этом не только максимальных мощностей всех крупных ледниковых покровов, но и времени начала оледенения. Произведен сравнительный анализ влияния гляциоизостатических и эвстатических изменений уровня моря. Для сравнения с данными палеогеографии наиболее подходящим признан район внутри Североамериканского континента – юг Гудзонова залива. Получено хорошее согласование результатов экспериментов с палеоданными с точностью до уровня современных знаний по гляциальной истории отдельных районов. Построены глобальные карты изобаз абсолютных вертикальных движений земной коры. В частности, определено абсолютное опускание земной коры в эпоху максимального оледенения для эпицентров Лаврентьевского, Североевропейского и Антарктического ледниковых покровов, а также изменение этих характеристик относительно меняющегося уровня Мирового океана.

При интегрировании уравнений модели ЛОА на долгие сроки основная часть машинного времени тратится на атмосферный блок. Поэтому чрезвычайно актуальной задачей являлась разработка климатической модели атмосферы, которая позволяла бы воспроизводить осредненные по времени поля метеорологических элементов, их сезонные колебания и климатическую эволюцию при различных краевых условиях. По блоку Б для этих целей А.П. Орешко [13–15] была построена гидродинамико-статистическая модель атмосферы, включающая трехмерные уравнения переноса тепла и упрощенные уравнения динамики. Упрощение динамической части задачи достигалось путем расщепления поля скорости ветра на три компоненты: зонально-осредненную скорость, квазистационарное отклонение от зональной скорости и нестационарное отклонение. Для вычисления первой компоненты использовались зонально-осредненные уравнения динамики. Вторая компонента отождествлялась с квазистационарными вихрями и вычислялась с помощью геострофических соотношений, третья компонента – с подвижными циклонами и антициклонами и параметризовалась в терминах макротурбулентности. Модель учитывала основные неадиабатические притоки тепла и гидрологический цикл в атмосфере.

Большое внимание уделялось точности описания радиационных процессов в атмосфере и особенно на подстилающей поверхности (здесь ряд работ был выполнен Л.М. Ельцовым и М.С. Пермяковым [16]). Пространственный перенос тепла и влаги вычислялся с контролем сохранения полного тепло- и влагосодержания атмосферы. Область применения модели – прогнозная оценка и диагностические исследования изменений осредненных по времени метеополей, обусловленных их естественными вариациями или антропогенным влиянием на окружающую среду. На модели был проведен ряд экспериментов по воспроизведению и исследованию январской циркуляции атмосферы, сделана оценка влияния удвоения концентрации углекислого газа на характеристики циркуляции. Время расчета на ЭВМ на данной модели на 1–2 порядка меньше, чем аналогичного расчета на традиционных моделях, основанных на примитивных уравнениях. Версия модели представляла собой определенный вклад в создание экономичных гидродинамических моделей атмосферы, приспособленных к производительности отечественных ЭВМ. Наиболее разработанные блоки модели общей циркуляции атмосферы были внедрены для использования в Гидрометцентр СССР, ВНИИГМИ-МЦД и ГГИ Госкомгидромета.

В.И. Чупрыным была сформулирована общая модель для расчета климатических термодинамических характеристик морской воды и льда, а также разработана схема взаимодействия верхнего квазиоднородного слоя океана, морского льда и атмосферы [17]. А.А. Шипулиным подготовлены исходные данные и произведен расчет касательного напряжения ветра и компонентов вектора скорости дрейфового течения на примере Японского моря.

В.И. Чупрыным и В.М. Карпечом выполнены модельные расчеты сезонного хода толщины и положения кромки морских льдов в Арктике для современных условий и для эпохи климатического оптимума, результаты которых удовлетворительно согласуются с эмпирическими данными. С помощью модели были произведены расчеты изменений, которые может внести в характеристики морского льда и воды в Тугурском заливе Охотского моря проектируемая Тугурская приливная электростанция [18]. Исполнители работы – В.И. Чупрынин и А.П. Орешко. Кроме того, в ТОИ ДВНЦ АН СССР с использованием подготовленной исполнителями программы расчетов по модели были вычислены характеристики морского льда в Амурском заливе.

Исследовано влияние нелинейности профиля температуры в толще морского льда и изменчивости параметров верхнего слоя океана на характеристики одномерной (в виде «вертикального столба») модели системы «атмосфера–морской лед–океан» [19]. Эта работа являлась подготовительным этапом включения оптимальной схемы взаимодействия с моделью морского льда в полную трехмерную модель «атмосфера–лед–океан» для изучения сезонной и междугодовой изменчивости указанной системы. Исследовалась чувствительность системы к изменению концентрации углекислого газа, облачности и альбедо морского льда.

Таким образом, результаты первого этапа работы (1971–1985 гг.) обосновали принципиальную возможность воспроизведения больших изменений климата и оледенения Земли в позднем плейстоцене и голоцене с целью как изучения термодинамического механизма (природы) этих изменений, так и построения прогностических моделей климата.

Для следующего этапа работ (1985–1995 гг.) было характерно смещение исследовательских акцентов на интересы Дальневосточного региона как составной части глобальной климатической системы. Одним из главных факторов, формирующих особенности климатического режима Дальнего Востока России и сопредельных территорий, является резкий контраст геофизических характеристик огромных по протяженности областей Евразийского континента и Тихого океана. Эти континент и океан уникальны по своим масштабам, а взаимодействие между ними оказывает существенное влияние на характеристики циркуляционных систем атмосферы и гидросферы – важнейших компонентов рассматриваемой климатической системы, а сами особенности оказываются заметными и в планетарном масштабе.

С.М. Красношеевым была разработана региональная климатическая модель атмосферы [20]. Функция подобной модели заключается в восстановлении региональной структуры климатических полей по их известным крупномасштабным характеристикам. Был собран и занесен на магнитные носители большой объем климатологической информации по Приморскому краю. Методом эмпирических ортогональных функций (ЭОФ) проанализирована статистическая структура полей температуры и осадков над территорией Приморского края. Выделены пространственные структуры различных масштабов, формирующие поля температуры и осадков в пределах 30-летнего интервала. Вычислены спектры собственных значений, по крутизне которых можно делать выводы о принципиальной возможности или невозможности восстановления региональной структуры климатических полей по их крупномасштабным характеристикам.

Выполнялись также отдельные работы, имеющие важное значение для развития теории климата. Так, В.И. Чупрыниным осуществлено математическое и лабораторное моделирование механизма возбуждения длиннопериодных колебаний в региональных системах океан–атмосфера. Анализ модельных уравнений, примененный к океаническому круговороту с учетом взаимодействия океана с атмосферой, показывает, что некоторое среднее состояние круговорота при определенных параметрах системы неустойчиво и в силу существующих нелинейных ограничений динамика изменений температуры и скорости течения выходит на режим автоколебаний [21, 22]. При этом в направлении среднего потока воды распространяется температурная волна с длиной, равной характерному размеру циркуляции. Оценки показывают, что в реальной системе океан–атмосфера могут возбуждаться колебания с периодом 4–6 лет, 2–3 года и т. д., значение максимально возможной амплитуды колебаний температуры составляет около  $10^{\circ}$ . Установлено условие, с помощью которого можно прогнозировать знак температурной аномалии в различных частях океанической циркуляции по данным об атмосферной циркуляции. Выявлена возможность генерации короткопериодных климатических автоколебаний в региональной системе и, следовательно, необходимость учета этого процесса в более общих климатических моделях.

Были исследованы нелинейные колебания, возникающие в гидродинамических системах при наличии внешних энергетических воздействий, неизменных во времени. Подробный анализ таких колебаний и сопоставление с данными наблюдений выявили их подобие с термобарическими сейшмами в атмосфере, обнаруженными В.В. Шулейкиным [23]. Поэтому их изучение имеет смысл при исследовании короткопериодных климатических изменений.

В конце 1980-х–начале 1990-х гг. лаборатория лишилась вычислительной базы для проведения полноценных НИР по основной тематике лаборатории, связанной с численным моделированием компонентов климатической системы. В связи с этим учёным советом института были внесены коррективы в тематику работы лаборатории, и в 1992 г. она была переименована в лабораторию моделирования природных систем. Направление исследований, связанное с математическим моделированием природных процессов, возглавил Владимир Иванович Чупрынин, в то время к.ф.-м.н. Среди наиболее значимых задач данного направления исследований, помимо упомянутой выше разработки математической модели морского льда и оценки на ее основе термодинамических характеристик Тугурского залива при создании приливной электростанции [19], выделялись следующие:

- Разработка математической модели многовидовых растительных («мхи», «травы» и «деревья») сообществ с учетом конкуренции за ресурсы (воду и свет) [24, 25].
- Разработка математической модели растительности, в которой детально описываются корни, листья, стволы, ветки и обмен водой и «сахаром» между ними, генерирование «сахара» под действием света, а также конкуренция видов за ресурсы.
- Разработка математической модели термодинамического режима деятельного слоя почвогрунтов криолитозоны и эмиссии углерода из почвы в атмосферу с учетом источников тепла биогенного происхождения [26].

Итогом исследований стала разработка стратегии изучения связи преобразования климата и изменения природы – детальная поэтапная модель, опирающаяся на модельные и эмпирические исследования в природе и обществе.

Сотрудники лаборатории оказывали большую помощь сотрудникам другим подразделений по использованию математических методов в обработке различных данных и построении моделей отдельных компонентов природы и территориальных структур хозяйств. Так, под руководством А.П. Орешко были разработаны электронные атласы «Эндемические заболевания на территории Приморского края» и «Обзорный электронный атлас Приморского края», официально переданный для использования в Госстрах Приморья. В.И. Чупрыниным разрабатывался общий алгоритм решения проблемы социально-экономического развития региона. Разработкой алгоритмов обработки данных занимался Г.Ш. Цициашвили. А.В. Вертель оказывал помощь в совершенствовании методики медико-географического прогнозирования опасности очагов клещевого энцефалита, в использовании математических методов обработки различных данных и построении моделей отдельных компонентов природы и территориальных структур хозяйства и населения.

### **Заключение и выводы**

Таким образом, в лаборатории математического моделирования климата до последнего времени развивались три направления НИР.

1. Моделирование глобальных длиннопериодных процессов (характерное время 1 тыс.–10 тыс. лет).
2. Моделирование глобальных короткопериодных процессов (характерное время от сезонов до десятков лет).
3. Методика перехода от глобальных гидрометеорологических характеристик к региональным (для территории Дальнего Востока). Построение специальных моделей для «климатического» диагноза и прогноза состояния растительного покрова и др. [27–30].

Первое направление было необходимо для разработки физических основ теории климата, построения полной климатической модели, проверки правильности используемых физических концепций и проверки модели на известном материале палеоклиматических эпох. Второе направление развивалось для исследования годовой и межгодовой изменчивости климатической системы, определения ее устойчивости и чувствительности к антропогенным воздействиям, для исследования различных сценариев развития природы и общества в будущем. Третье направление позволяло использовать полученные результаты по исследованию климата и прогнозные оценки по его изменению для более детализированного описания климатических процессов на ограниченной территории (в частности, для Приморского края), оценивать изменчивость растительности под влиянием климатической изменчивости, рассматривать различные аспекты циркуляции дальневосточных морей.

В результате проведенных разработок и исследований были построены модели отдельных компонентов климатической системы и ряда их простых «связок». Разработаны алгоритмы, программы, реализующие эти модели; произведены их отладка и верификация. Исследована чувствительность к изменению внешних условий и внутренних параметров. Разработаны схемы перехода от глобальных климатических характеристик к детализированным характеристикам Дальнего Востока. Проведена подготовка к объединению моделей компонентов в единую климатическую модель. На основе моделей исследованы физические особенности короткопериодных климатических колебаний. Разработаны пакеты прикладных программ по расчету климатических полей, по обработке данных наблюдений и по автоматизации научных исследований.

## Литература

1. Автобиографические воспоминания о научной деятельности Сергина Владимира и его брата Сергина Сергея. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.kostya-sergin.narod.ru/sergin\\_s\\_ya/sergin-s\\_ya.htm](http://www.kostya-sergin.narod.ru/sergin_s_ya/sergin-s_ya.htm) (дата обращения: 07.10.2022).
2. Сергин В.Я., Сергин С.Я. Исследование динамики колебаний климата и оледенения Земли // ДАН СССР. 1969. Т. 186, № 4. С. 879–901.
3. Сергин В.Я., Сергин С.Я. Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 280 с.
4. Корняк В.В., Васильев А.П. Приближение дифференциального оператора одного вида // Моделирование планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 90–96.
5. Ююкин Н.А. Детерминированная модель для оценки взаимосвязи явлений // Математические методы в экологии и географии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978, С. 31–36.
6. Караченов А.Т. Функциональная схема динамической модели палеоклимата // Исследования некоторых компонентов планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 88–95.
7. Вознесенский Н.Д., Глаголев В.Н., Сергин В.Я. Численные эксперименты по динамике палеоклимата // Исследования некоторых компонентов планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток, 1977. С. 56–70.
8. Вертель А.В. Модель нестационарного ледникового щита в первом длинноволновом приближении // Численные эксперименты по динамике глобального климата. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 117–130.
9. Вертель А.В. О расчете некоторых квазистационарных характеристик Антарктического и Гренландского оледенений // Численное моделирование компонентов глобальной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 50–73.
10. Сергин В.Я., Струков Б.С. Транспортная модель ледникового покрова // Геофизические исследования планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. С. 52–59.
11. Струков Б.С. Климатические модели континентальных льдов // Математическое моделирование планетарных геофизических процессов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 47–62.
12. Лапшин А.В. Гидродинамическая модель гляциоизостатических движений земной коры // Моделирование планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 96–104.
13. Орешко А.П. Модель общей циркуляции атмосферы, предназначенная для интегрирования на долгие сроки // Исследования некоторых компонентов планетарной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 3–26.
14. Орешко А.П. Принципы построения глобально-региональной модели климата Дальнего Востока // Роль географии в ускорении научно-технического прогресса: Тр. VIII конф. географов Сибири и ДВ. Иркутск, 1986. Вып. 2. С. 122.
15. Сергин В.Я., Орешко А.П. Осредненная трехмерная гидродинамическая модель атмосферы // ДАН СССР. 1985. Т. 281, № 5. С. 1079–1084.
16. Ельцов Л.М. Некоторые оценки влияния изменений облачности на радиационный бюджет земной поверхности // Математическое моделирование планетарных геофизических процессов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 127–132.
17. Chuprynin V.I., Oreshko A.P. A box thermodynamic model of sea ice // Glaciers-Ocean-Atmosphere Interact. Intern. Symposium, St. Petersburg, 24–29 Sept, 1990. IAHS Publ. England, 1991, M 208. P. 73–84.
18. Chuprynin V.I., Oreshko A.P., Ivanov A.V. Computation of the ice extent for the Tugur tidal power plant basin // The sixth intern. Symposium on Okhotsk sea and sea ice, Mombetsu, Hokkaido, Japan, 1991. P. 310–314.
19. Орешко А.П., Чупрынин В.И. Исследование свойств и сравнение моделей горизонтально-однородного снежно-ледового морского покрова с полиномиальным распределением температуры по вертикали. М.: ВИНТИ, 1989. Деп. № 5009-B89.
20. Краснопеов С.М. Воспроизведение региональной структуры климатических полей в задачах моделирования климата // Численное моделирование компонентов глобальной системы «ледники–океан–атмосфера». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 29–43.
21. Чупрынин В.И. Разрывные автоколебания в геофизических системах. М.: Наука, 1985. 96 с.
22. Чупрынин В.И., Тоголин Э.В. Исследование автоколебаний в модели системы океан–атмосфера // Тр. ДВНИГМИ. Л.: Гидрометеиздат, 1976. № 60. С. 122–128.
23. Шулейкин В.В. Физика моря. М.: Наука, 1968. 1083 с.
24. Зимов С.А., Чупрынин В.И. Устойчивые состояния экосистем Северо-Востока Азии // ДАН СССР. 1989. Т. 308, № 6. С. 1510–1514.
25. Зимов С.А., Чупрынин В.И. Экосистемы: устойчивость, конкуренция, целенаправленное преобразование. М.: Наука, 1991. 160 с.
26. Zimov S.A., Davydov S.P., Zimova G.M., Davydova A.I., Zimov N.S., Chuprynin V.I., Molchanova L.A., Schuur T., Chapin F.S. The Role of the Permafrost Reservoir in the Global Carbon Budget // A Supplement to Eos, Transaction, American Geophysical Union, 2004. Vol. 85, N. 47. С. B31A-0204.

27. Краснопеов С.М. Использование статистической модели регионального климата для исследования реакции лесных экосистем Приморского края на изменение климата, вызванное удвоением концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере. М.: ВИНТИ, 1988. Деп. № 2719-B88.

28. Чупрынин В.И., Зимов В.А., Молчанова Л.А. Разработка математической модели, учитывающей биологический источник тепла в динамике деятельного слоя районов вечной мерзлоты // Материалы 10-го науч. совещ. географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1999. С. 178.

29. Zimov S.A., Chuprynin V.I. Climate and landscape perestroikas // Proceeding Intern.Conf. on the Role of the Polar Regions in Global Change. Abstr. Fairbanks. Alaska, 1990. Fairbanks, Alaska, 1991. Vol. 2. P. 411.

30. Zimov S.A., Chuprynin V.I., Oreshko A.P., Chapin V.C., Chapin F.C., Reynolds J. Steppe-tundra transition: an herbivore-driven biom shift at the end of the Pleistocene // American Naturalist. 1995. Vol. 146, M 5. P. 765-794.

## References

1. Memories of the scientific activity of Sergin Vladimir and his brother Sergin Sergey. Available online: [http://www.kostya-sergin.narod.ru/sergin\\_s\\_ya/sergin-s\\_ya.htm](http://www.kostya-sergin.narod.ru/sergin_s_ya/sergin-s_ya.htm) (accessed on 07 October 2022). (In Russian)

2. Sergin, V. Ya.; Sergin S. Ya. Study of the dynamics of climate fluctuations and glaciation of the Earth. In *Doklady of the Academy of Sciences of the USSR. Earth Science Sections*. 1969, 186(4), 879-901. (In Russian)

3. Sergin, V. Ya.; Sergin S. Ya. System analysis of the problem of large fluctuations in the climate and glaciation of the Earth. Hydrometeoizdat: Leningrad, Russia, 1978; 280 p. (In Russian)

4. Komyak, V.V.; Vasilyev A.P. Approximation of a differential operator of one type. In *Modeling the planetary system "Glaciers-Ocean-Atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok: Russia, 1976, 90-96. (In Russian)

5. Yuyukin, N.A. Deterministic model to assess the relationship of phenomena. In *Mathematical methods in ecology and geography*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1978, 31-36. (In Russian)

6. Karachenov, A.T. Functional scheme of the dynamic model of paleoclimate. In *Studies of some components of the planetary system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1977, 88-95. (In Russian)

7. Voznesensky, N.D.; Glagolev, V.N.; Sergin V.Ya. Numerical experiments on the dynamics of the paleoclimate. In *Studies of some components of the planetary system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1977, 56-70. (In Russian)

8. Vertel, A.V. Model of a non-stationary glacial sheet in the first long-wave approximation. In *Numerical experiments on the dynamics of global climate*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1982. 117-130. (In Russian)

9. Vertel, A.V. About calculating some quasi-stationary characteristics of Antarctic and Greenland glaciations. In *Numerical modeling of the components of the global system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1984, 50-73. (In Russian)

10. Sergin, V. Ya.; Strukov, B.C. Transport model of the ice sheet. In *Geophysical studies of the planetary system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1974, 52-59. (In Russian)

11. Strukov, B.C. Climate models of continental ice. In *Modeling the planetary system "Glaciers-Ocean-Atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1979, 47-62. (In Russian)

12. Lapshin, A.V. Hydrodynamic model of glacioisostatic movements of the Earth's crust. In *Modeling the planetary system "Glaciers-Ocean-Atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1976, 96-104. (In Russian)

13. Oreshko, A.P. A general circulation model of the atmosphere, designed for integration for a long time. In *Studies of some components of the planetary system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1977, 3-26. (In Russian)

14. Oreshko, A.P. The principles of building a global-regional climate model of the Far East. In *The role of geography in the acceleration of scientific and technological progress: Proceedings of the VIII Conference of Geographers of Siberia and FE*. Irkutsk, Russia, 1986, 2, 122. (In Russian)

15. Sergin, V. Ya.; Oreshko A.P. Averaged three-dimensional hydrodynamic model of the atmosphere. *Transactions (Doklady) of the USSR Academy of Sciences. Earth Science Sections*. 1985, 281(5), 1079-1084. (In Russian)

16. Eltsov, L.M. Some assessments of the impact of cloud cover changes on the radiation budget of the Earth's surface. In *Mathematical modeling of planetary geophysical processes*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1978, 127-132. (In Russian)

17. Chuprynin, V.I.; Oreshko, A.P. A box thermodynamic model of sea ice. In *Glaciers-Ocean-Atmosphere Interact. Intern. Symposium, St. Peterburg, 24-29 Sept, 1990*. IAHS Publ. England, 1991, M 208. P. 73-84.

18. Chuprynin, V.I.; Oreshko, A.P.; Ivanov, A.V. Computation of the ice extent for the Tugur tidal power plant basin. In *The sixth intern. Symposium on Okhotsk sea and sea ice*. Mombetsu, Hokkaido, Japan, 1991. P. 310-314.



19. Oreshko, A.P.; Chuprynin, V.I. Study of properties and comparison of models of horizontally homogeneous snow-ice sea cover with a polynomial distribution of temperature vertically. VINITI: Moscow, Russia, 1989. № 5009-B89. (In Russian)
20. Krasnopeyev, S.M. Reconstruction of the regional structure of climatic fields in climate modeling problems. In *Numerical modeling of the components of the global system "Glaciers-Ocean-atmosphere"*. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1984, 29-43. (In Russian)
21. Chuprynin, V.I. Discontinuous self-oscillations in geophysical systems. Nauka: Moscow, Russia, 1985; 96 p. (In Russian)
22. Chuprynin, V.I.; Totolin, E.V. Study of self-oscillations in the ocean-atmosphere system model. *FERHRI Proceedings*. Hydrometeoizdat: Leningrad, Russia. 1976, 60, 122-128. (In Russian)
23. Shuleykin, V.V. Physics of the sea. Nauka: Moscow, Russia, 1968; 1083 p. (In Russian)
24. Zimov, S.A.; Chuprynin V.I. Sustainable states of ecosystems in Northeast Asia. *Transactions (Doklady) of the USSR Academy of Sciences. Earth Science Sections*. 1989, 308(6), 1510-1514. (In Russian)
25. Zimov, S.A.; Chuprynin V.I. Ecosystems: sustainability, competition, targeted transformation. Nauka: Moscow, Russia, 1991. 160 p. (In Russian)
26. Zimov, S.A.; Davydov, S.P.; Zimova, G.M.; Davydova, A.I.; Zimov, N.S.; Chuprynin, V.I.; Molchanova, L.A.; Schuur, T.; Chapin, F.S. The Role of the Permafrost Reservoir in the Global Carbon Budget. *A Supplement to Eos, Transaction, American Geophysical Union*. 2004, 85(47), B31A-0204.
27. Krasnopeyev, S.M. The use of the statistical model of the regional climate to study the reaction of forest ecosystems of the Primorsky Territory to climate change, caused by doubling of the concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. VINITI: Moscow, Russia, 1988. № 2719-B88. (In Russian)
28. Chuprynin, V.I.; Zimov, S.A.; Molchanova, L.A. Development of a mathematical model that takes into account the biological source of heat in the dynamics of the active layer of permafrost areas. In *Proc. of the 10th Scientific Meeting of Geographers of Siberia and the Far East*. Irkutsk, Russia, 1999, 178. (In Russian)
29. Zimov, S.A.; Chuprynin, V.I. Climate and landscape perestroikas. In *Proceeding Intern. Conf. on the Role of the Polar Regions in Global Change. Abstr. Fairbanks. Alaska, 1990*. Fairbanks, Alaska, 1991, V. 2, P. 411.
30. Zimov, S.A.; Chuprynin, V.I.; Oreshko, A.P.; Chapin, V.C.; Chapin, F.C.; Reynolds, J. Steppe-tundra transition: an herbivore-driven biom shift at the end of the Pleistocene. *American Naturalist*. 1995, 146, M 5, 765-794.

Статья поступила в редакцию 27.05.2022; одобрена после рецензирования 11.08.2022; принята к публикации 25.08.2022.

The article was submitted 27.05.2022; approved after reviewing 11.08.2022; accepted for publication 25.08.2022.



## Гидрологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН

Владимир Владимирович ШАМОВ  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
vshamov@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-1836>

Лариса Вячеславовна ГОРБАТЕНКО  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

**Аннотация.** В статье приводится обзор гидрологических исследований в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. Исследования начались в 1975 г. с момента создания в лаборатории охраны окружающей среды группы гидрологии. Их тематика в конце 1970-х и в 1980-е гг. была связана с оценкой речного стока как ресурса для экономического развития региона Дальнего Востока и включала анализ особенностей пространственного распределения гидрологических характеристик. Позднее разработанные подходы к оценке водных ресурсов применялись на различных масштабных уровнях (восточная зона БАМ, бассейн оз. Ханка, территория г. Артем и др.). С 2005 г. гидрологические исследования были в основном сосредоточены в созданной лаборатории гидрологии и климатологии (ЛГиК), а также с 2019 г. – в лаборатории моделирования динамики геосистем. В задачи ЛГиК входят оценка пространственной и временной изменчивости водного баланса, характеристик гидрологического режима водных объектов, изучение закономерностей морфологии и пространственных структур речных и озерных бассейнов и разработка моделей этих структур на основе ГИС-технологий, исследование причин и механизмов опасных гидрологических явлений в условиях изменяющегося климата и ландшафтных преобразований, развитие методов моделирования генезиса речного стока. Разработана оригинальная модель паводочного цикла малого речного бассейна и приведены результаты ее применения для решения ряда задач, в том числе для сценарного прогноза характеристик гидрологического режима рек, дана оценка гидрологических откликов на климатические тенденции в регионе. Выполнен сравнительный анализ применения различных гидрологических моделей для оценки генетической структуры стока на примере малых экспериментальных бассейнов Приморья. Создан рабочий макет интегрированной системы гидрологического моделирования, основанной на использовании данных автоматизированной сети государственного гидрометеорологического мониторинга и оперативных прогностических данных синоптических моделей, а также на применении открытого европейского стандарта моделирования Open Modelling Interface. Исследованы пространственные закономерности формирования и распределения максимального стока рек для различных территорий.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, пространственное распределение, водный баланс, модель паводочного цикла, гидрологические модели.

**Для цитирования:** Шамов В.В., Горбатенко Л.В. Гидрологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 17–28. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_2](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_2). EDN: QJEPQK.

# Hydrological Research at the Pacific Geographical Institute FEB RAS

Vladimir V. SHAMOV

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia  
vshamov@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9310-1836>

Larisa V. GORBATENKO

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia  
glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

**Abstract.** The article provides an overview of hydrological research at the Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. The research began in 1975 with the creation of a hydrology group in the Laboratory of Environmental Protection, and their research topics in the late 1970s through 1980s were associated with the assessment of river runoff as a resource for the regional economic development and included an analysis of the features of the spatial distribution of hydrological characteristics. Later, the developed methods for assessing water resources were applied at various scale levels (the eastern zone of the Baikal-Amur Mainline, the basin of the Khanka Lake, the territory of the city of Artyom, etc.). Since 2005, hydrological research have been mainly consolidated in the later established Laboratory of Hydrology and Climatology (LHC), and since 2019 – in the Laboratory of Modeling the Geosystems Dynamics. The objectives of the LHC include the following: assessment of the spatial and temporal variability of the water balance, the characteristics of the water bodies' hydrological regime, the study of the patterns of morphology and spatial structures of river and lake basins and the development of models of these structures based on GIS technologies, the study of the causes and mechanisms of dangerous hydrological phenomena under conditions of changing climate and landscape transformations, and development of methods for modeling the river runoff generation. An original model of the flood cycle of a small river basin has been developed and the results of its application for solving a number of problems, including scenario forecasting of the characteristics of the hydrological regime of rivers, have been presented, and an assessment of hydrological responses to climate trends in the region has been given as well. A comparative analysis of the application of various hydrological models to assess the genetic structure of runoff has been performed using the example of small experimental basins in Primorye. A working layout of an integrated hydrological modeling system based on the use of data from the automated network of the state hydrometeorological monitoring and operational forecast data of synoptic models, as well as on the use of the open European modeling standard, Open Modeling Interface, has been created. The spatial regularities of the formation and distribution of the maximum river flow on different territories have been studied.

**Keywords:** water resources, spatial distribution, water balance, flood cycle model, hydrological models, small experimental basins.

**For citation:** Shamov V.V., Gorbatenko L.V. Hydrological Research at the Pacific Geographical Institute FEB RAS. *Pacific Geography*. 2022;(4):17-28. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_2](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_2).

## Введение

Территория Дальнего Востока находится в Азиатско-Тихоокеанской прибрежной зоне, в нескольких природных поясах с соответствующим климатом, различной увлажненностью, в зоне влияния восточноазиатского внутритропического муссона и частично – многолетней мерзлоты. Следствием этого являются контрастность стоковых характеристик и чрезвычайная неустойчивость гидрологического режима в разных временных масштабах. Перед гидрологической наукой региона как комплексной дисциплиной,

изучающей процессы, происходящие в гидросфере, их связь с иными геофизическими процессами, с прикладной точки зрения стояли задачи, связанные с обеспечением водой населения и экономики, с борьбой с наводнениями и другими видами негативного воздействия вод, а также с охраной водных ресурсов. Именно этим и определялась основная тематика гидрологических исследований в ТИГ ДВО РАН на протяжении почти 50 лет.

Целью статьи является краткий обзор направлений и основных результатов этих исследований на различных этапах развития Тихоокеанского института географии.

## Результаты и обсуждение

**XX в.** Гидрологические исследования в ТИГ, созданном в 1971 г., начались в комплексной лаборатории охраны окружающей среды под руководством В.Г. Коноваленко (с 1980 г. – Б.В. Пояркова) после создания в ней в 1975 г. группы гидрологов, в состав которой входили выпускники ДВГУ, и были продолжены в лаборатории географических основ природопользования<sup>1</sup>. Региональные исследования ТИГ в области гидрологии не были пионерными. К этому моменту определенные данные о пространственных и временных закономерностях речного стока в регионе уже были получены. Была издана серия монографий, подготовленных специализированными государственными учреждениями<sup>2</sup>, в которых были обобщены данные наблюдений за речным стоком на постах государственной сети наблюдений за период от их начала до 1962–1968 гг., приведены описания рек и характеристики их бассейнов. Исследования структуры речной сети, условий формирования стока и его закономерностей проводились на основе региональных данных также и в ДВНИГМИ, созданном в 1950 г.

Гидрологические исследования в ТИГ в конце 1970-х – 1980-е гг. имели свою специфику, которая определялась одним из научных направлений института, связанным с разработкой научных основ региональной схемы рационального природопользования и охраны окружающей среды для Дальневосточного региона. В это время ТИГ был головной организацией Комиссии по проблемам охраны окружающей среды Межведомственного координационного совета при президиуме ДВНЦ АН СССР, участвовал в ряде крупных общесоюзных и региональных научных проектов<sup>3</sup>, координируемых организациями и структурами различного уровня<sup>4</sup>.

Разделы, связанные с водными ресурсами, были составной частью каждого из выполнявшихся тогда проектов, их оценка была как отдельной самостоятельной научной задачей, так и частью методического подхода при оценке водохозяйственных проблем территории региона. Поскольку анализу подвергалась обширная территория Дальнего Востока, необходим был поиск показателей мелкомасштабной оценки состояния водных ресурсов, для чего требовался подбор экспрессных и удобных для расчета характеристик.

Для оценки водных ресурсов было введено понятие водно-ресурсного потенциала (ВРП) [1]. Из-за высокой неравномерности внутригодового и многолетнего режима рек Дальнего Востока оценка ВРП по значениям стока заданной обеспеченности была

<sup>1</sup> Сменившей в конце 1980-х гг. название на лабораторию региональных систем природопользования.

<sup>2</sup> Главное управление Гидрометеослужбы при Совмине СССР, Дальневосточное управление Гидрометеослужбы, Государственный гидрологический институт с участием специалистов Приморского, Забайкальского, Колымского, Камчатского управлений ГМС, ДВНИГМИ и др.

<sup>3</sup> КП НТП на 1991–2010 гг. по научному направлению «Природные ресурсы СССР на 20 лет (по пятилеткам)»; «Научные основы сохранения и улучшения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов»; «Разработка общей методики составления территориальных комплексных схем охраны природы»; «Генсхема рационального природопользования Дальнего Востока»; подпрограмма «Рациональное природопользование» комплексной целевой программы «Дальний Восток» и др.

<sup>4</sup> Проблемная комиссия «Природные ресурсы СССР» Научного совета по проблемам научно-технического и социально-экономического прогнозирования АН СССР и ГКНТ СССР, Научный совет по проблемам биосферы при Президиуме АН СССР и др.

признана не вполне адекватной. Основным показателем для его оценки был выбран базисный сток, т.е. сток за период, когда он не превышал среднесуточное значение, характеризующий устойчивую и поэтому наиболее доступную для хозяйственного использования составляющую водных ресурсов территории и включающий подземный сток, дренируемый водотоком [2]. Кроме того, использовались такие характеристики, как норма стока, модуль расчетного минимального стока и степень концентрации ресурса по величине площади водосбора, наличие транзитного водотока, объем стока которого не учитывался. Для определения расчетных характеристик, выбранных для оценки водообеспеченности территории на участках без данных гидрологических наблюдений, было проведено выделение бассейнов-аналогов, для неизученных водосборов характеристики рассчитывались методом гидрологической индикации с учетом густоты речной сети [3, 4].

Были составлены карты водообеспеченности различных территорий (Дальнего Востока в целом, Приморского края, бассейна оз. Ханка и др.) [5]. Принятые методические подходы к оценке водных ресурсов территории были использованы далее при исследованиях Амуро-Комсомольского ТПК, восточной зоны БАМ, при разработке Экологической программы Приморского края и др. В результате проведенных исследований было установлено, что для большей части территории Дальнего Востока характерны неблагоприятные условия для организации водопользования потребителей вследствие низкой ее водоносности и умеренно неустойчивого режима стока. Следует признать, что полученные оценки отражали географическую дифференциацию территории по условиям водоносности, но были при этом довольно условными и не служили целям инженерно-гидрологических расчетов.

**XXI в.** В настоящее время гидрологические исследования института в основном сосредоточены в лаборатории гидрологии и климатологии (ЛГиК), кроме этого, в лаборатории моделирования динамики геосистем (ЛМДГ) (с 2019 г.). ЛГиК была создана на основе группы моделирования гидрометеорологических систем в 2005 г. по инициативе д.г.н. Б.И. Гарцмана и на данный момент объединяет восемь сотрудников, из которых два доктора наук и три кандидата наук. Целью программы-максимум исследований лаборатории является развитие фундаментальных знаний о механизмах функционирования речных систем в условиях неустойчивого режима, обусловленного изменениями климата и ландшафтов.

Задачами исследований коллектива ЛГиК являются:

- аккумуляция, анализ и обобщение данных гидрометеорологических наблюдений в Дальневосточном регионе РФ и других регионах мира в виде цифровых архивов (электронных таблиц) и формирование комплексных геоинформационных баз данных об экспериментальных речных бассейнах;
- исследование пространственной и временной изменчивости водного баланса, гидрологического режима водных объектов суши и температуры приземного слоя атмосферы в локальном и региональном масштабах;
- изучение морфологии и пространственных структур речных и озерных бассейнов, разработка статических и динамических моделей структуры речных систем;
- исследование катастрофических и опасных гидрологических явлений в условиях изменяющегося климата и ландшафтных преобразований;
- развитие методов исследования генезиса речного стока в условиях нестационарного климата на основе данных государственного и специального гидрометеорологического мониторинга.

### **Моделирование гидрологических процессов**

Математическое моделирование как наиболее строгий и перспективный метод исследований является в то же время и наиболее сложным, что обусловлено

исключительной сложностью описываемых гидрометеорологических процессов, поэтому использование гидрологических моделей для различных задач, в т.ч. прогнозирования, остается предметом самых острых научных и околонаучных дискуссий.

В ЛГиК д.г.н. Б.И. Гарцманом была разработана модель паводочного цикла малого речного бассейна (ПЦ-модель, FCM), которая описывает динамику основных компонентов бассейнового влагозапаса вблизи и выше состояния полной влагоемкости бассейна, когда он находится в стадии формирования дождевого паводка [6]. Ключевым оригинальным постулатом модели является наличие особого критического расхода воды, фиксирующего пороговое физическое состояние – переход от преобладания процессов внутриобъемного к преобладанию процессов поверхностного стокообразования. Данная модель принципиально ориентирована на описание экстремальных паводковых событий. Структура модели проста, однако при этом включает в себя подвижные границы и динамические сильно нелинейные связи, что обеспечивает описание сложной динамики системы малого речного бассейна. Фазовый портрет данной системы представляет собой зависимости основных динамических переменных (емкостей и потоков) от расхода воды в замыкающем створе реки. Важнейшей особенностью модели является выделение в фазовом пространстве трех различных режимов стокообразования – внутриобъемного (бытового), поверхностного (первого сверхкритического, или экстремального) и «провального» (второго сверхкритического, или экстраординарного).

Третий режим является следствием теоретических положений модели. Его наблюдение крайне затруднено в силу редкости явления и катастрофического характера протекания. Особенностью «провального» режима стокообразования является систематический эффект бассейнового контррегулирования – явления, когда сток паводка по объему и максимальной интенсивности превышает аналогичные характеристики паводкообразующих осадков в сопоставимых пространственно-временных масштабах. Происходит это за счет быстрой мобилизации влагозапаса в речном бассейне, накопленного до начала паводкообразующего дождя [7].

Признание возможности эффекта контррегулирования имеет принципиальное значение для прогнозов гидрологических последствий климатических изменений, поскольку он указывает на возможность непропорциональных откликов гидрологической системы на атмосферные воздействия. ПЦ-модель верифицировалась и тестировалась на данных, полученных на более чем 120 бассейнах юга Дальнего Востока РФ, Тайваня и Австрии [8]. Везде, где тестируемые объекты и режимы соответствовали ограничениям модели, она демонстрировала хорошие результаты.

Выполнена регионализация FCM по данным стандартного гидрометеорологического мониторинга в южной части Дальнего Востока. С ее помощью для малых речных бассейнов получена оценка многолетней динамики основных генетических составляющих стока в теплый период года, а на основе анализа взаимосвязей водно-балансовых и физико-географических характеристик речных бассейнов выделены гидрологические районы ранга ландшафтно-гидрологических провинций [9].

На основе применения FCM группой ученых (д.г.н. Б.И. Гарцман, к.г.н. Т.С. Губарева, к.т.н. А.Н. Бугаец, к.г.н. М.А. Макагонова и Н.Д. Бугаец) при сотрудничестве с коллегами из ДВНИГМИ разработаны и внедрены в оперативную практику автоматизированные методы краткосрочных прогнозов стока в бассейнах Усури и Буреи [10].

Разработана и широко апробирована методика анализа структуры речных систем, основанная на современных стандартах (ESRI ArcGIS Spatial Analyst, Arc Hydro Tools) и оригинальных программных средствах обработки цифровых моделей рельефа. В результате получен принципиально новый для отечественной гидрологии инструментальный исследования сильно нелинейных процессов формирования экстремальных дождевых паводков [11, 12], а также динамики и эволюции речных систем [13, 14]. Разработана оригинальная методика выделения сети водоразделов и расчета их порядков, основанная на обработке цифровой модели рельефа (ЦМР) с использованием стандартного инструментария ГИС

ArcMap. Получены результаты в виде сопряженной порядковой классификации речных и водораздельных сетей, которые рационально интерпретируются и перспективны в исследованиях структуры, функционирования и эволюции речных систем [15].

К настоящему времени группой сотрудников ЛГиК, ЛМДГ и лаборатории биогеографии и экологии под руководством к.т.н. А.Н. Бугайца создан рабочий макет интегрированной системы гидрологического моделирования, основанной на использовании данных автоматизированной сети государственного гидрометеорологического мониторинга и оперативных прогностических данных синоптических моделей, а также на применении открытого европейского стандарта моделирования Open Modelling Interface (OpenMI). Основные блоки системы включают пространственно-распределенные характеристики водосбора, источники режимных данных и гидрометеорологические модели, необходимые для прогнозирования речного стока в режиме реального времени [16, 17].

К.г.н. Т.С. Губаревой на основе базовой модели одномерного стационарного однородного случайного процесса выполнено обобщение мирового опыта стохастического моделирования экстремальных гидрологических событий. На основе массовых данных наблюдений разработана технология сравнительного анализа адекватности использования разных типов законов распределения максимальных годовых расходов воды в регионах с различными физико-географическими условиями методом L-моментных оценок параметров [18]. Доказана возможность регионализации моделей вероятностного поведения паводковых серий, выявлено существование двух океанических и двух континентальных секторов, отчетливо различающихся по наиболее адекватным типам законов распределения и характеру взаимосвязей их параметров. По величинам параметров и по типам законов их распределения выделяются океанические (тихоокеанский и атлантический), а также континентальные секторы, в пределах которых выявлены определенные статистические закономерности (рис. 1) [19].



**Рис. 1.** Схема регионализации законов распределения и характеристик паводков в гумидном климате Северного полушария. Обозначения: (1) – средние из максимальных в году модулей стока рек, М, л/(с·км<sup>2</sup>); (2) – коэффициент детерминации связи выборочных L-вариации и L-асимметрии рядов наблюдений, R<sup>2</sup>; t – коэффициент L-вариации; t<sub>3</sub> – коэффициент L-асимметрии; GLO – обобщенное логистическое распределение; 3LN – трехпараметрическое логнормальное распределение; 3PIII – распределение Пирсона III типа

**Fig. 1.** Scheme of regionalization of the laws of distribution and characteristics of floods in the humid climate of the Northern Hemisphere

На региональном уровне разработана методика классификации и районирования речных бассейнов, реализованная на примере Японских островов, охваченных плотной государственной сетью гидрологических наблюдений [20]. Методика включает последовательное применение метода главных компонент, пошаговой регрессии, кластерного анализа и кривых Эндрюса. Полученная схема гидрологического районирования вполне закономерно оказалась очень близка к схемам тектонического строения островов: границы районов приурочены к границам тектонических структур с соблюдением их иерархии.

К.г.н. Т.С. Губаревой также разработаны теоретические основы нелокальной (многомерной) обеспеченности – принципиально новой вероятностной меры сложного события в пространственно-распределенных системах [21].

В 2011 г. при сотрудничестве с лабораторией геохимии ТИГ ДВО РАН и лабораторией лесных экосистем ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН был инициирован многолетний цикл натурных исследований на репрезентативных речных бассейнах, главная цель которых – получить новый эмпирический материал для верификации гидрологических моделей. При этом используются данные непродолжительных интенсивных высокотехнологичных гидрометеорологических и гидрохимических наблюдений высокого пространственно-временного разрешения, на основе которых с использованием статистической процедуры анализа смешения исходных компонентов (ЕММА) выполняется эмпирическое расчленение гидрографа стока на генетические составляющие. К настоящему времени освоена методология таких работ [22–24] и получены значимые результаты ее применения для малых рек континентальной Азии [25, 26].

На основе данных натурных наблюдений с помощью моделей SWAT (Soil and Water Assessment Tool), HBV, ECOMAG и ЕММА выполнены расчеты и сравнительный анализ генетической структуры стока двух малых экспериментальных речных бассейнов в истоках р. Уссури [27, 28]. Подготовлена обобщающая статья, которая имеется в открытом доступе [29].

### **Оценка гидрологических откликов на изменения климата**

В последние годы в ЛГиК были получены значимые результаты применения оригинальных и адаптированных моделей и метода аналогов для оценки гидрологических откликов на климатические тенденции, дана характеристика некоторых экстремальных гидрологических событий последнего времени и в прошлом для территории Дальнего Востока.

На фоне современных глобальных гидрометеорологических тенденций в последние 30–40 лет в регионе отчетливо наблюдается рост амплитуды и частоты колебаний значений температуры воздуха и годовых сумм осадков и, как следствие, концентрация экстремальных гидрологических событий [6, 30–32]. В последние годы наблюдается группировка экстремальных гидрологических событий редкой, согласно истории наблюдений, повторяемости и весьма актуальным становится вопрос формировании новых климатических трендов. В ряду таких событий, кроме известного всем исторического наводнения на Амуре в 2013 г., находится экстремальный паводок в бассейне Зейского водохранилища 2007 г., чрезвычайно низкая водность Амура летом 2008 г., а также беспрецедентная высокая водность рек Приморья осенью 2012 г., когда на протяжении почти всей осени на реках сохранялся летний паводочный режим [30].

На основе ПЦ-модели к.г.н. С.Ю. Лупаковым и д.г.н. Б.И. Гарцманом отработаны методы решения задач сценарного прогнозирования гидрологического режима. В качестве объектов выбраны бассейны с хорошо откалиброванными параметрами, в качестве выходной характеристики гидрологического режима использовались кривые обеспеченности максимальных годовых расходов воды, а в качестве сценариев – данные метеостанций из разных районов Приморского края, на основе которых формировались потоки входных



данных. Иными словами, один и тот же бассейн как бы перемещается в различные климатические ситуации. Полученные результаты такого моделирования устойчивы и разумно интерпретируемы [32, 33]. На основании результатов вычислительных экспериментов были построены зависимости степени изменения нормы максимального годового расхода дождевого паводка и суммарного сезонного (июнь–сентябрь) стока от площади водосбора при разных изменениях средней суммы осадков за сезон. Результаты сценарного моделирования показывают достаточно сложную и неоднозначную картину в пределах водосбора р. Амур. В целом можно заключить, что с ростом сезонных осадков нормы максимальных дождевых расходов и суммарного за сезон слоя стока ускоренно растут, и их увеличение может значительно (до трех раз) превышать увеличение суммы осадков. Полученные результаты представляются вполне закономерными для рек с дальневосточным (преимущественно дождевым) типом режима.

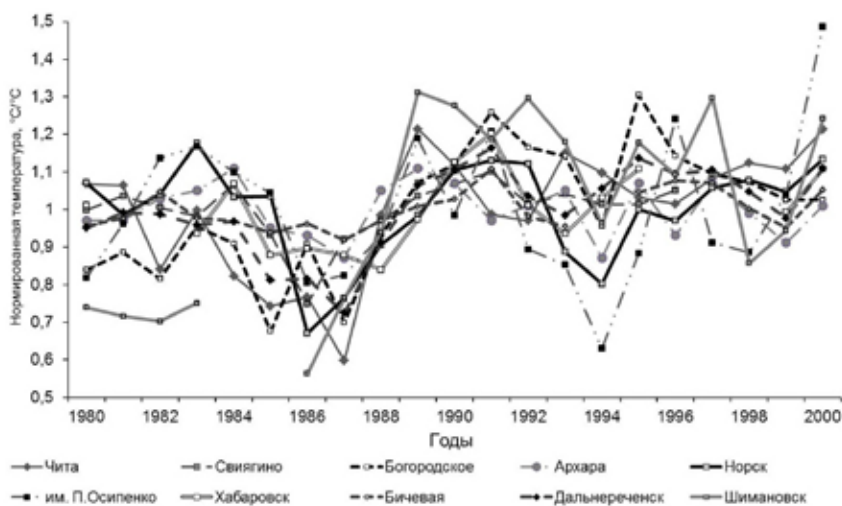
Те же результаты показывают, что изменения коэффициента вариации во всех случаях остаются в пределах  $\pm 5\%$ , то есть не выходят за границы точности оценки этого параметра. Это позволяет сделать важный вывод, что при сценарном стохастическом моделировании формирования максимального стока в бассейне Амура в целом изменение гидрологического режима притоков может быть учтено с помощью только одного параметра – нормы. Этот результат коррелирует с аналогичным выводом, полученным в ЛГиК ранее при сплошном анализе фактических данных о максимальных расходах малых и средних рек юга Дальневосточного региона [6, 34].

Одна из полученных оценок гидрологических откликов на климат, выполненная к.г.н. М.А. Макагоновой [9], основана на способности любой гидрологической модели разделять сток на основные генетические составляющие, обычно – поверхностную, почвенно-грунтовую и подземную. Для оценки этих составляющих ряды длительных наблюдений были разбиты на два периода – от начала наблюдений до 1980 г. и с 1981 по конечный год наблюдений. В результате обработки массивов данных установлены три типа отклика малых речных бассейнов юга Дальнего Востока на колебания климата, выраженные изменениями соотношений между компонентами стока на фоне общих трендов. Для первого типа характерно общее повышение стока за счет увеличения водообмена с глубокими подземными горизонтами на фоне отсутствия многолетней тенденции роста осадков в теплый период. Второй тип отличается общим повышением стока на фоне тенденции увеличения осадков в теплый сезон года, возрастания доли стока поверхностного генезиса. Третий тип включает бассейны, для которых отмечено общее повышение стока, как поверхностного, так и подземного, на фоне тенденции увеличения осадков.

Аналоговый подход позволил д.г.н. В.В. Шамову проанализировать гидрологические последствия изменений климата в бассейне р. Амур по данным длительных гидрологических и гидрохимических наблюдений сети Росгидромета.

В конце XX в. регулярные наблюдения отразили факт резкого, в 2–6 раз, возрастания содержания растворенных форм железа в водах р. Амур и его притоков [35]. Кроме того, на фоне роста годовых величин атмосферных осадков на большей части бассейна в 1980–1990-х гг. наблюдались также значительные квазисинхронные колебания температуры почвогрунтов, при этом наиболее согласованным выглядел рост температуры на глубине 3.2 м в период с 1986 по 1989 г. (рис. 2).

Была обоснована гипотеза о том, что зафиксированный на реках системы Амура резкий скачок в содержании и стоке железа – «железный» паводок – произошел в результате направленной, климатически обусловленной деградации многолетней мерзлоты и высвобождения ранее законсервированных подвижных форм железа и миграции их в реки [35]. Помимо повышенной увлажненности, существенную роль здесь, очевидно, сыграла исключительная пространственная согласованность атмосферных и почвенных температурных трендов, которую можно связать прежде всего как с ритмами солнечной активности, так и с аэрозольными выбросами в результате извержений вулканов Эль-Чичон в 1982 г. и Пинатубо в 1991 г.



**Рис. 2.** Многолетняя динамика нормированной по среднему значению среднегодовой температуры почвы на глубине 3.2 м по данным 10 метеостанций РФ в бассейне Амура.

**Fig. 2.** Long-term dynamics of the average annual soil temperature normalized to the average value at a depth of 3.2 m according to the data of 10 meteorological stations of the Russian Federation in the Amur basin.

## Заключение

Тематика гидрологических исследований в ТИГ в 1970–80-е гг. формировалась в соответствии с запросом к географической науке как на обоснование планов экономического развития, так и на рационализацию использования водных ресурсов и решение проблематики охраны окружающей среды. Характерной особенностью исследований был охват огромной территории, неизбежным следствием чего было использование несложных в расчетах и упрощенных параметров для оценки водообеспеченности территории. Для такого огромного региона, как Дальний Восток, были решены задачи подбора информативных характеристик, метода их расчета для неизученных территорий, типизации и районирования анализируемых водосборов по расчетным параметрам, картирования итоговых показателей и сравнительного анализа территорий различного уровня.

С 2000-х гг. исследования в области гидрологии проводятся в основном по инициативной тематике, при этом их результаты актуальны и востребованы. Они составили и составят в будущем новый методологический и технологический базис краткосрочного и долгосрочного гидрологического прогнозирования, качественной и количественной оценки водных ресурсов территории, их пространственно-временной изменчивости в условиях климатических изменений и хозяйственного преобразования ландшафтов.

Методы исследования процессов формирования экстремального стока и гидрологических откликов на климатические изменения следует развивать в нескольких дополняющих друг друга направлениях. Это прежде всего разработка и адаптация динамико-стохастических и стохастических моделей процессов формирования стока, широкое применение ЦМР и ДДЗ, методов палеорекострукции речной сети и структур речных бассейнов, а также методов ландшафтно-гидрологической аналогии с привлечением гео- и гидрохимических данных.

Необходимо подчеркнуть, что эффективность проводимых в ЛГиК и ЛМДГ исследований прямо связана с успешным сотрудничеством этих лабораторий с такими организациями, как Институт водных проблем РАН, Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, Дальневосточный научно-иссле-

довательский гидрометеорологический институт, ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт географии им. В.Б. Сочавы, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН и др.

### Литература

1. Яковлева Л.М. Методические основы установления гидрологических характеристик для расчета допустимых нагрузок загрязнений на водотоки в условиях Дальнего Востока // Актуальные вопросы охраны природы на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 78–82.
2. Яковлева Л.М. Исследование водно-ресурсных систем // Географические основы рационального природопользования. М.: Наука, 1987. С. 135–141.
3. Яковлева Л.М. Классификация речных бассейнов Приморского края для оценки водноресурсного потенциала территории // География и природные ресурсы. 1982. № 1. С. 76–82.
4. Яковлева Л.М. Географические основы прогнозирования водохозяйственных ситуаций на Дальнем Востоке // География и природные ресурсы. 1986. № 3. С. 22–26.
5. Яковлева Л.М., На Юн За Ю.Б. Территориальная оценка водноресурсного потенциала. Разноуровневый анализ. Владивосток: Дальнаука. 1999. 121 с.
6. Гарцман Б.И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
7. Гарцман Б.И. Эффект бассейнового контррегулирующего при формировании экстремальных паводков // География и природные ресурсы. 2007. № 1. С. 14–21.
8. Gartsman B.I. Chapter 3. Flood Cycle Model – new approach for extraordinary floods prediction // Horizons in Earth Science Research. Vol. 9 / V. Veress and J. Szigethy eds. N.Y. Nova Science Publishers Inc. 2013. P. 105–136.
9. Макагонова М.А. Динамика параметров водообмена малых речных бассейнов в области восточноазиатского муссона // География и природные ресурсы. 2009. № 2. С. 139–145.
10. Гарцман Б.И., Губарева Т.С., Бугаец А.Н., Макагонова М.А. Краткосрочный прогноз притока воды в водохранилище Бурейской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2009. № 1. С. 11–20.
11. Lee K.T., Chen N.-C., Gartsman B.I. Impact of stream network structure on the transition break of peak flows // Journal of Hydrology. 2009. Vol. 367, iss. 3–4. P. 283–292.
12. Chen N.-C., Lee K.T., Gartsman B.I. Relationship between Peak Discharge and Watershed Area in the Nested Watershed // Journal of Taiwan Water Conservancy. 2008. Vol. 56, N. 4. P. 28–39. (на кит. яз.)
13. Гарцман Б.И., Галанин А.А. Структурно-гидрографический и морфометрический анализ речных систем: теоретические аспекты // География и природные ресурсы. 2011. № 3. С. 27–37.
14. Гарцман Б.И., Шекман Е.А., Ли К.Т. Порядковая классификация речных водоразделов на основе обработки цифровых моделей рельефа // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 164–173.
15. Гарцман Б.И., Шекман Е.А. Возможности моделирования речной сети на основе ГИС-инструментария и цифровой модели рельефа // Метеорология и гидрология. 2016. № 1. С. 86–98.
16. Бугаец А.Н. Применение стандарта OpenMI для создания интегрированных систем гидрологического моделирования // Метеорология и гидрология. 2014. № 7. С. 93–105.
17. Бугаец А.Н., Гончуков Л.В., Соколов О.В., Гарцман Б.И., Краснопеев С.М. Автоматизированная информационная система гидрологического мониторинга и управления данными // Метеорология и гидрология. 2017. № 3. С. 103–113.
18. Губарева Т.С., Гарцман Б.И. Оценка параметров распределений экстремальных гидрологических величин методом L-моментов // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 4. С. 1–10.
19. Губарева Т.С. Пространственные закономерности распределения паводков рек умеренного пояса Северного полушария // Известия РАН. Серия геогр. 2011. № 2. С. 65–77.
20. Губарева Т.С. Классификация речных бассейнов и гидрологическое районирование (на примере Японии) // География и природные ресурсы. 2012. № 1. С. 111–121.
21. Gubareva T.S. Types of probability distributions in the evaluation of extreme floods // Water Resources. 2011. Vol. 38, N 7. P. 962–971.
22. Гарцман Б.И., Шапов В.В. Натурные исследования стокообразования в Дальневосточном регионе на основе современных средств наблюдений // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 6. С. 589–599.
23. Губарева Т.С., Болдескул А.Г., Гарцман Б.И., Шапов В.В. Анализ природных трассеров и генетических составляющих стока в моделях смешения (на примере малых бассейнов в Приморье) // Водные ресурсы. 2016. Т. 43, № 4. С. 387–399.
24. Губарева Т.С., Гарцман Б.И., Солопов Н.В. Модель смешения четырех источников питания речного стока с использованием гидрохимических трассеров в задаче разделения гидрографа // Водные ресурсы. 2018. Т. 45, № 6. С. 583–595.
25. Кичигина Н.В., Губарева Т.С., Шапов В.В., Гарцман Б.И. Трассерные исследования формирования речного стока в бассейне озера Байкал // География и природные ресурсы. 2016. № 55. С. 60–69.

26. Губарева Т.С., Гарцман Б.И., Василенко Н.Г. Источники формирования речного стока в зоне многолетней мерзлоты: оценка методами трассерной гидрологии по данным режимных гидрохимических наблюдений // Криосфера Земли. 2018. Т. 22, № 1. С. 32–43.
27. Bugaets A.N., Gartsman B.I., Gonchukov L.V., Lupakov S.Y., Shamov V.V., Pshenichnikova N.F., Tereshkina A.A. Modeling the hydrological regime of small testbed catchments based on field observations: a case study of the Pravaya Sokolovka river, the upper Ussuri river basin // *Water Resources*. 2019. Vol. 46, N S2. P. S8-S16.
28. Лупаков С.Ю., Бугаец А.Н., Шамо В.В. Применение различных структур модели HBV для исследования процессов формирования стока на примере экспериментальных водосборов // *Водные ресурсы*. 2021. Т. 48, № 4. С. 417–426.
29. Bugaets A., Gartsman B., Gubareva T., Lupakov S., Kalugin A., Shamov V., and Gonchukov L. Comparing the runoff decompositions of small testbed catchments: end-member mixing analysis against hydrological modelling // *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* 2021. [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2021-626>.
30. Гарцман Б.И., Мезенцева Л.И., Меновщикова Т.С., Попова Н.Ю., Соколов О.В. Условия формирования экстремально высокой водности рек Приморья в осенне-зимний период 2012 г. // *Метеорология и гидрология*. 2014. № 4. С. 77–92.
31. Шамо В.В., Гарцман Б.И., Губарева Т.С., Макагонова М.А. Исследования гидрологических последствий современных изменений климата в Дальневосточном регионе России // *Вестн. ДВО РАН*. 2014. № 2 (174). С. 15–23.
32. Гарцман Б.И., Лупаков С.Ю. Влияние изменений климата на максимальный сток в бассейне Амура: оценка на основе динамико-стохастического моделирования // *Водные ресурсы*. 2017. Т. 44, № 5. С. 532–542.
33. Лупаков С.Ю. Паводковый сток на реках Приморья в условиях меняющегося климата: моделирование, методы, результаты // *Вестн. ДВО РАН*. 2019. № 2 (204). С. 125–132.
34. Губарева Т.С. Максимальный сток рек в бассейне Амура. Закономерности формирования и методы расчетов. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing GmbH @ Co.KG, 2011. 131 с.
35. Шамо В.В., Ониси Т., Кулаков В.В. Сток растворенного железа в реках бассейна Амура в конце XX века // *Водные ресурсы*. 2014. Т. 41, № 2. С. 206–215.

## References

1. Yakovleva, L.M. Methodical bases for establishing hydrological characteristics for calculating permissible pollution loads on watercourses in the conditions of the Far East. In *Topical issues of nature protection in the Far East*. FESC of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1978. 78-82. (In Russian)
2. Yakovleva, L.M. Research of water resource systems. In *Geographical bases of rational nature management*. Nauka: Moscow, Russia, 1987, 135-141 (In Russian)
3. Yakovleva, L.M. Classification of the river basins of Primorsky Krai to assess the water resource potential of the territory. *Geography and nature resources*. 1982, 1, 76-82 (In Russian)
4. Yakovleva, L.M. Geographical basis for forecasting water management situations in the Far East. *Geography and nature resources*. 1986, 3, 22-26. (In Russian)
5. Yakovleva, L.M. Territorial assessment of water resource potential. Multi-level analysis. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1999; 121 p. (In Russian)
6. Gartsman, B.I. Rain floods on rivers of the south of Far East: methods of calculation, forecasts, risk assessments. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 223 p. (In Russian)
7. Gartsman, B.I. The effect of basin counter-regulation on formation of extreme rain-induced floods. *Geography and nature resources*. 2007, 1, 14-21. (In Russian)
8. Gartsman, B.I. Chapter 3. Flood Cycle Model – new approach for extraordinary floods prediction. *Horizons in Earth Science Research*. Nova Science Publishers Inc. 2013, 9, 105–136.
9. Makagonova, M.A. The dynamics of water exchange parameters of small river basins in the regions of the east Asian monsoon. *Geography and Natural Resources*. 2009, 30(2), 199-203. (In Russian)
10. Gartsman, B.I.; Gubareva, T.S.; Bugaets, A.N.; Makagonova, M.A. Short-term forecast of water inflow to the Bureyskaya Hydropower station reservoir. *Power Technology and Engineering*. 2009, 1, 11-20. (In Russian)
11. Lee, K.T.; Chen, N.-C.; Gartsman, B.I. Impact of stream network structure on the transition break of peak flows. *Journal of Hydrology*. 2009, 367(3–4), 283–292.
12. Chen, N.-C.; Lee, K.T.; Gartsman, B.I. Relationship between Peak Discharge and Watershed Area in the Nested Watershed. *Journal of Taiwan Water Conservancy*. 2008, 56(4), 28-39. (in Chinese)
13. Gartsman, B.I.; Galanin, A.A. Structural-hydrological and morphometric analysis of river systems: theoretical aspects. *Geography and Natural Resources*. 2011, 32(3), 226-234.
14. Gartsman, B.I.; Shekman, E.A.; Lee, K.T. Order classification of river watersheds based on processing digital elevation models. *Geography and Natural Resources*. 2016, 37(4), 362-370.
15. Gartsman, B.I.; Shekman, E.A. Potential of river network modeling based on GIS technologies and digital elevation model. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2016, 41(1), 63-71.
16. Bugaets, A.N. Using the OPENMI standard for developing integrated systems of hydrological modeling. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2014, 39(7), 498-506.

17. Bugaets, A.N.; Gonchukov, L.V.; Sokolov, O.V.; Gartsman, B.I.; Krasnopee, S.M. Automated information system for hydrological monitoring and data management. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2017, 3, 103–113. (In Russian)
18. Gubareva, T.S.; Gartsman, B.I. Estimating distribution parameters of extreme hydrometeorological characteristics by L-moments method. *Water Resources*. 2010, 37(4), 437–445.
19. Gubareva, T.S. Spatial patterns of the river floods distribution in the temperate zone of the Northern Hemisphere. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2011, 2, 65–77. (In Russian)
20. Gubareva, T.S. Classification of the river basins and hydrological regionalization (as exemplified by Japan). *Geography and Natural Resources*. 2012, 33(1), 74–82.
21. Gubareva, T.S. Types of probability distributions in the evaluation of extreme floods. *Water Resources*. 2011, 38(7), 962–971.
22. Gartsman, B.I.; Shamov, V.V. Field studies of runoff formation in the Far East region based on modern observational instruments. *Water Resources*. 2015, 42(6), 766–775.
23. Gubareva, T.S.; Boldeskul, A.G.; Gartsman, B.I.; Shamov, V.V. Analysis of natural traces and genetic runoff components in mixing models: case study of small basin in Primorye *Water Resources*. 2016, 43(4), 629–639.
24. Gubareva, T.S.; Gartsman, B.I.; Solopov, N.V. A model of mixing of four river runoff recharge sources using hydrochemical traces in the problem of hydrograph separation. *Water Resources*. 2018, 45(6), 583–595.
25. Kichigina, N.V.; Gubareva, T.S.; Shamov, V.V.; Gartsman, B.I. Tracer investigations into the runoff formation within the Lake Baikal drainage basin. *Geography and Natural Resources*. 2016, S5, 60–69. (In Russian)
26. Gubareva, T.S.; Gartsman, B.I.; Vasilenko, N.G. Sources of river flow formation in the zone of permafrost: estimation by the methods of tracer hydrology according to the data of regime hydrochemical observation. *Earth's Cryosphere*. 2018, 22(1), 32–43. (In Russian)
27. Bugaets, A.N.; Gartsman, B.I.; Gonchukov, L.V.; Lupakov, S.Y.; Shamov, V.V.; Pshenichnikova, N.F.; Tereshkina, A.A. Modeling the hydrological regime of small testbed catchments based on field observations: a case study of the Pravaya Sokolovka river, the upper Ussuri river basin. *Water Resources*. 2019, 46(S2), S8–S16.
28. Lupakov, S.Y.; Bugaets, A.N.; Shamov, V.V. Application of different structures of HBV model to studying runoff formation processes: case study of experimental catchments. *Water Resources*. 2021, 48(4), 512–520.
29. Bugaets, A.; Gartsman, B.; Gubareva, T.; Lupakov, S.; Kalugin, A.; Shamov, V.; Gonchukov, L. Comparing the runoff decompositions of small testbed catchments: end-member mixing analysis against hydrological modeling. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* 2021. [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2021-626>.
30. Gartsman, B.I.; Mezentsseva, L.I.; Popova, N.Y.; Sokolov, O.V.; Menovshchikova, T.S. Conditions of generation of extremely high water content of Primorye rivers in autumn-winter 2012. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2014, 39(4), 260–270.
31. Shamov, V.V.; Gartsman, B.I.; Gubareva, T.S.; Makagonova, M.A. Studies of hydrological response to current climate change at the Russian Far East. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2014, 2(174), 15–23. (In Russian)
32. Gartsman, B.I.; Lupakov, S.Y. Effect of climate changes on the maximal runoff in the Amur basin: estimation based on dynamic-stochastic simulation. *Water Resources*. 2017, 44(5), 697–706.
33. Lupakov, S.Yu. Flood flow of Primorye rivers under the climate changes conditions: modeling, methods, results. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2019, 2(204), 125–132. (In Russian)
34. Gubareva, T.S. The maximum flow of rivers in the Amur basin. Regularities of formation and calculation methods. LAP Lambert Academic Publishing GmbH @ Co.KG: Saarbrücken, 2011; 131 p. (In Russian)
35. Shamov, V.V.; Onishi, T.; Kulakov, V.V. Dissolved iron runoff in Amur basin rivers in the late XX century. *Water Resources*. 2014, 41(2), 201–209.

Статья поступила в редакцию 18.04.2022; одобрена после рецензирования 02.06.2022; принята к публикации 24.06.2022.

The article was submitted 18.04.2022; approved after reviewing 02.06.2022; accepted for publication 24.06.2022.





## Городская агломерация как интегральная урбанизированная геосистема

Петр Яковлевич БАКЛАНОВ  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
pbaklanov@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7742-7246>

Анатолий Владимирович МОШКОВ  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
mavr@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3474-7471>

**Аннотация.** Традиционно городские агломерации рассматриваются как результат процессов трансформации расселения населения и одновременно как составляющая экономических процессов, направленных на достижение дополнительного экономического эффекта от компактного размещения и пространственного сопряжения различных производств и объектов инфраструктуры. Представлены зарубежные подходы к выделению «метрополитенских ареалов», аналога городских агломераций, рассматриваемых советскими и российскими учеными. Предлагается рассматривать городскую агломерацию как интегральную урбанизированную геосистему, в которой на основе рационального использования социально-экономических и природно-ресурсных факторов территории, а для прибрежных регионов и акватории достигается ее устойчивое развитие. При этом важнейшим фактором является совместное использование территории, природно-ресурсного потенциала, инфраструктурной и экологической связанности в пределах агломерации. Дается определение расширенного понятия городской агломерации как интегральной урбанизированной геосистемы, которая включает пространственное сочетание ряда небольших поселений, формирующихся вблизи крупного городского поселения и тесно взаимодействующих с ним в пределах определенной территории (и прибрежной акватории). В состав агломерации следует включать природно-ресурсный потенциал территории и акватории, объекты инфраструктуры и окружающую природную среду. Представлена обобщенная схема пространственной структуры городской агломерации, включающая население и основные элементы системы расселения, производственные объекты, в т.ч. транспорт и инфраструктуру, природно-ресурсные компоненты. Особенности взаимодействия этих элементов структуры городской агломерации проявляются в процессе ее функционирования. Обобщенная функциональная структура городской агломерации отражает все необходимые и достаточные компоненты, взаимосвязи и сопряжения между природно-ресурсными элементами суши и акватории; поселениями и производственными объектами, а также объектами инфраструктуры, объединяющими все элементы ее пространственной структуры. За счет сопряженного функционирования и развития всех элементов этой структуры может быть обеспечено ее устойчивое развитие и достижение высоких качеств развития: социальных, экономических, экологических.

**Ключевые слова:** городская агломерация, интегральная геосистема, пространственная структура, взаимосвязи, территория, функциональная структура, границы.

**Для цитирования:** Бакланов П.Я., Мошков А.В. Городская агломерация как интегральная урбанизированная геосистема // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 29–37. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_3](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_3). EDN: QYKNEU.

# Urban agglomeration as an integrated urbanized geosystem

Peter Ya. BAKLANOV

Pacific Geographical Institute of the FEB RAS, Vladivostok, Russia, pbaklanov@tigdvo.ru,  
<https://orcid.org/0000-0001-7742-7246>

Anatolii V. MOSHKOV

Pacific Geographical Institute of the FEB RAS, Vladivostok, Russia, mavr@tigdvo.ru,  
<https://orcid.org/0000-0003-3474-7471>

**Abstract.** Traditionally, urban agglomerations are considered as a result of the processes of transformation of population settlement and, at the same time, as a component of economic processes aimed at achieving additional economic effect from compact placement and spatial coupling of various industries and infrastructure facilities. Foreign approaches to the allocation of “metropolitan areas”, an analogue of urban agglomerations considered by Soviet and Russian scientists, are presented. It is proposed to consider the urban agglomeration as an integrated urbanized geosystem, which achieves its sustainable development through the rational use of socio-economic and natural resource factors of the territory, and those of the water area in coastal regions. At the same time, the joint use of the territory, natural resource potential, infrastructure and environmental connectivity within the agglomeration is the most important factor. The definition of the expanded concept of urban agglomeration as an integral urbanized geosystem is given, which includes a spatial combination of a number of small settlements forming in proximity of a large urban settlement and closely interacting with it within a certain territory (and coastal waters). The agglomeration should include the natural resource potential of the territory and the water area, infrastructure facilities and the natural environment. A generalized scheme of the spatial structure of the urban agglomeration is presented, including the population and the main elements of the settlement system, production facilities, transport and infrastructure, natural resource components. The peculiarities of the interaction of these elements of the urban agglomeration structure are manifested in the process of its functioning. The generalized functional structure of the urban agglomeration reflects all the necessary and sufficient components, interrelations and interfaces between the natural resource elements of the land and water area; settlements and industrial facilities, as well as infrastructure facilities that combine all elements of its spatial structure. Due to the combined functioning and development of all elements of this structure, its sustainable development and the achievement of high development qualities like social, economic, environmental ones can be ensured.

**Keywords:** urban agglomeration, integrated geosystem, spatial structure, interconnections, territory, functional structure, boundaries.

**For citation:** Baklanov P. Ya., Moshkov A.V. Urban agglomeration as an integrated urbanized geosystem. *Pacific Geography*. 2022;(4):29–37. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_3](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_3).

## Введение

Многие крупные города в своем пространственном развитии вступают в стадию агломерирования. При этом вблизи этих городов появляются новые небольшие городские поселения, тесно взаимодействующие с крупным, центральным.

Изучению городских агломераций посвящено много работ отечественных ученых, прежде всего, экономико-географов [1–5]. Классическое определение городской агломерации дано Г.М. Лаппо (1978), который определял ее как компактную территориальную группировку поселений (главным образом городских), объединенных многообразными и

интенсивными связями (хозяйственными, трудовыми, культурно-бытовыми, рекреационными и др.) [6].

Понятие городской агломерации, представленное в работах Г.М. Лаппо [7, 8], в дальнейшем было использовано в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [9]. Оно включает следующие аспекты: 1) совокупность компактно расположенных населенных пунктов и территорий между ними; 2) связанность совместным использованием инфраструктурных объектов и 3) объединение интенсивными экономическими, в том числе трудовыми и социальными связями. Можно отметить определение городской агломерации, предложенное Г.М. Лаппо, П.М. Поляном, Т.И. Селивановой в 2007 г.: «городская агломерация – компактная и относительно развитая совокупность взаимодополняющих друг друга городских и сельских поселений, группирующихся вокруг одного или нескольких мощных городов-ядер и объединенных многообразными и интенсивными связями в сложное и динамическое единство» [8, с. 46]. В других работах П.М. Поляна [10, 11] также отмечалась важность акцента на возникновении некоторого «единства», которое выражается в общих для агломерации рынках (труда, жилья, услуг и пр.), общей инфраструктуре и общем пространстве социальных коммуникаций.

Выделяется два основных подхода в изучении агломераций: 1) рассмотрение агломераций как результата интегрированного расселения [11, 12] и 2) как проявления «агломерационных эффектов» в размещении населения и производства, т.е. как дополнительного экономического эффекта от концентрации производства, компактного размещения экономически связанных объектов [13, 14].

В работах зарубежных ученых при выделении «метрополитенских ареалов» или городских агломераций выделяются три основных подхода: административный, морфологический, функциональный или сетевой [5, 15–18].

В целом в географических подходах к изучению городских агломераций основное внимание уделяется определению состава агломерации, ее границам, устанавливаемым в т.ч. и по затратам времени на трудовые маятниковые поездки населения, и социально-экономическим связям поселений [4, 6, 19]. Меньше внимания уделяется оценке совместного использования территории, природно-ресурсного потенциала, инфраструктурной и экологической связанности. Этим вопросам посвящена данная статья.

## **Материалы и методы**

Проведен анализ результатов изучения городских агломераций российскими и зарубежными учеными, которые занимались исследованием границ агломераций, их состава, территориальной и функциональной структуры. Для более глубокого и всестороннего изучения городской агломерации предлагается использовать геосистемный подход, который позволяет рассматривать ее как интегральную геосистему, объективно существующую в пределах определенной, достаточно компактной территории. В результате появляется возможность наиболее полно изучить реально существующие взаимосвязи и сопряжения (пространственные контакты, соседство) всей совокупности природных, природно-ресурсных, социальных и экономических компонентов агломераций.

## **Результаты и обсуждение**

Под городской агломерацией обычно понимается сочетание крупного города с городскими поселениями, расположенными в зоне его влияния и тесно взаимодействующими с ним [2, 4, 20, 21]. Такие связи и взаимодействия, как правило, небольших поселений с крупным городом реализуются в разных сферах: социальной – трудовые поездки, поездки в центр с целью получения социальных услуг и т.п.; экономической – установле-



ние производственно-экономических связей хозяйственных предприятий в городах-спутниках с предприятиями крупного, центрального города; а также в ресурсно-экологической сфере – по совместному использованию территориального сочетания природных ресурсов (территории и земельных ресурсов, водных, лесных, рекреационных). Для прибрежных районов и поселений это акваториальное сочетание природных ресурсов, включающее прибрежную акваторию, а также некоторые морские ресурсы: рыбные, гидробионты, строительные материалы, рекреационные и др. Окружающая среда всей агломерации является общей зоной техногенных и антропогенных воздействий от различных элементов в агломерации.

Таким образом, в наиболее полном виде под городской агломерацией предлагается понимать интегральную урбанизированную геосистему, включающую сочетание ряда небольших поселений, формирующихся вблизи крупного городского поселения и тесно взаимодействующих с ним в пределах определенной территории (и прибрежной акватории), вместе с этой территорией (и акваторией), ее природно-ресурсным потенциалом, инфраструктурным обустройством и окружающей средой. Можно выделить обобщенную пространственную структуру городской агломерации как интегральной урбанизированной геосистемы (рис. 1). В приморских районах крупные прибрежные города формируют агломерации в геосистемах, включающих территории и прибрежную акваторию. Это, например, характерно для Владивостокской агломерации [22–24].

Любая городская агломерация имеет сочетание необходимых и достаточных функциональных компонентов, которые обеспечивают ее нормальное функционирование и развитие. Это группы населения с их определенной половозрастной структурой; компоненты производственной (транспорт, энергетика и др.) и социальной инфраструктуры (жилье, инженерные сети и др.); основные производственно-экономические виды деятельности, а также компоненты сферы обслуживания населения (образование, здравоохранение, торговля, общественное питание и др.). Возможны и дополнительные виды деятельности.

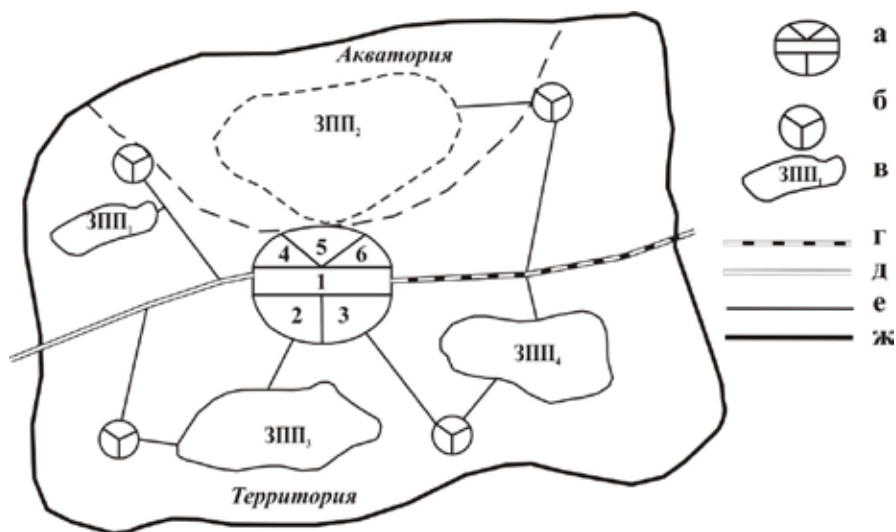


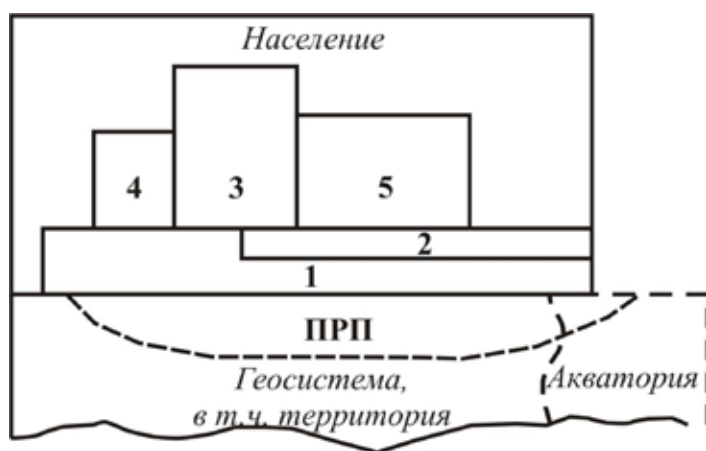
Рис. 1. Обобщенная схема пространственной структуры городской агломерации.

а – крупный город агломерации, в т.ч. его структурные составляющие: 1 – население, 2 – производственная инфраструктура, 3 – социальная инфраструктура, 4, 5, 6 – основные виды экономической деятельности; б – небольшие поселения с компонентами населения, инфраструктуры, основных видов экономической деятельности; в – зоны природопользования, непосредственно связанные с поселениями агломерации; г – участок железной дороги, в т.ч. выходящей за пределы агломерации; д – участок автодороги, в т.ч. выходящей за пределы агломерации; е – внутренние транспортные связи; ж – граница интегральной геосистемы как общего пространства агломерации

Fig. 1. A generalized scheme of the spatial structure of the urban agglomeration

Дополняют функциональную структуру компоненты природно-ресурсного потенциала и природные компоненты геосистем (рис. 2).

Интегральная геосистема включает все пространство городской агломерации как сочетание пространственных образований социальных, производственно-экономических, природно-ресурсных и компонентов окружающей среды. Их включение в геосистему агломерации обусловлено тем, что все они тесно связаны между собой непосредственными и опосредованными связями в пределах определенного географического пространства. Так, определенная территория, земельные ресурсы могут использоваться как центральным поселением, так и другими поселениями агломерации. Также всеми поселениями могут использоваться водные ресурсы (рек, озер, водохранилищ, артезианских бассейнов), месторождения строительного сырья, расположенные в интегральной геосистеме. В результате отдельные природно-ресурсные компоненты, начиная с территории и земельных ресурсов, становятся объектами, связывающими центральное поселение с другими поселениями агломерации. Такие же связующие функции выполняют и многие природные компоненты окружающей среды, испытывающие техногенные, антропогенные воздействия, исходящие от разных поселений.



**Рис. 2.** Обобщенная функциональная структура городской агломерации. ПРП – природно-ресурсный потенциал в пределах геосистемы; 1 – компоненты производственной инфраструктуры; 2 – компоненты социальной инфраструктуры; 3 – предприятия основных видов производственно-экономической деятельности; 4 – организации социальной сферы (обслуживания); 5 – дополнительные виды деятельности

**Fig. 2.** A generalized functional structure of the urban agglomeration

Для приморских прибрежных агломераций, где центральный город или его отдельные спутники выходят к морскому побережью, связующими пространственными образованиями становятся участки прибрежной акватории, прилегающие к поселениям, их природно-ресурсные компоненты.

Именно с учетом всего этого все пространство интегральной геосистемы необходимо рассматривать в составе городской агломерации. В такой геосистеме охватывается внутренняя структура агломерации, а также проявляются и реализуются в процессе ее развития все внутренние структурные связи и отношения. На важность включения в объект оценок и анализа поселения природных территорий нами обращалось внимание и ранее [24]. С учетом этого при установлении границ городских агломераций необходимо учитывать следующие различные формы и уровни связанности.

1. Связанность территориально-акваториальная на основе пространственных сопряжений как территорий отдельных поселений, так и зон их значительного влияния.

2. Связанность инфраструктурная, выражающаяся в использовании как центральным поселением, так и другими многими общими объектами инфраструктуры: транспортных, энергетических, экологических и др.

3. Связанность природно-ресурсная, которая заключается в совместном использовании ряда природных ресурсов одновременно в нескольких, а часто и во всех поселениях агломерации. Например, территории (участков акватории), водоемов, месторождений строительных материалов, рекреационных ресурсов и т.п.

4. Связанность экологическая, проявляется в использовании общих санитарных зон, очистных сооружений, а также в общей окружающей среде, куда выводятся техногенные и антропогенные отходы из поселений агломерации.

5. Связанность социально-трудовая в виде маятниковых поездок на работу и учебу из других поселений.

6. Другие формы социальной связанности. Как правило, в крупном центральном городе имеется более развитая сфера обслуживания населения, в том числе объекты здравоохранения, образования, культуры. Поэтому население других поселений широко использует эти услуги, периодически посещая центральный город.

7. Связанность производственно-экономическая в виде устойчивых кооперационных связей предприятий, расположенных в разных поселениях.

Устойчивое социально-экономическое развитие регионов напрямую зависит от того, насколько стабильно развиваются их крупные городские поселения, в т.ч. и формирующиеся в городские агломерации, составляющие основу их территориальной структуры. В городских агломерациях наиболее полно используются сочетания благоприятных факторов и условий для устойчивого развития территорий, реализация которых обеспечивает стабильное достижение в течение длительного времени высоких качеств регионального развития – экономических, социальных, экологических [23]. Устойчивое социально-экономическое развитие регионов во многом обеспечивает их территориальная структура, основой которой является опорный каркас расселения и производства. Ядрами каркаса выступают системы городских поселений, в т.ч. агломерации [25]. При этом городские агломерации отличаются не только устойчивостью, но и динамикой, а также большим потенциалом развития, который более полно проявляется в интегральной геосистеме в целом.

## **Заключение**

Наиболее полная структура городской агломерации содержится в интегральной урбанизированной геосистеме, включающей пространственное сочетание ряда небольших поселений, формирующихся вблизи крупного городского поселения и тесно взаимодействующих с ним в пределах определенной территории (и прибрежной акватории), вместе с этой территорией (и акваторией), ее природно-ресурсным потенциалом, инфраструктурным обустройством и окружающей средой.

В урбанизированной геосистеме на основе рационального использования географических, социально-экономических и природно-ресурсных факторов территории, а для прибрежных регионов и акватории возможно более эффективное достижение устойчивого развития. Для этого необходима комплексная оценка вариантов рационального использования всех имеющихся факторов развития: природно-ресурсного потенциала, демографического, производственного и инфраструктурного потенциала, экологического состояния территории и акватории, а на этой основе – построение прогнозных моделей агломерации.

Представленная обобщенная схема пространственной структуры городской агломерации, включающая основные элементы системы расселения, производственные объекты, в т.ч. транспорт и инфраструктуру, позволяет прогнозировать варианты пространственного развития основных элементов структуры городской агломерации. Обобщенная функцио-

нальная структура городской агломерации отражает взаимосвязи и взаимодействия между природно-ресурсными элементами суши и акватории; поселениями и производственными объектами, включая объекты инфраструктуры, объединяющие все элементы пространственной структуры городской агломерации. Все это необходимо использовать для прогнозных оценок, стратегического планирования и управления.

**Благодарность.** Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «Потенциал приморских поселений для целей долгосрочного развития: содержание и методы оценки (на примере Тихоокеанской России)», проект № 22-17-00186.

## Литература

1. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 559 с.
2. Лаппо Г.М., Любовный В.Я. Городские агломерации в СССР и за рубежом. М.: Знание, 1977. 48 с.
3. Пердик Е.Н. Крупные городские агломерации: развитие, проблемы проектирования // Проблемы развития агломераций России. М.: КРАСАНД, 2009. С. 34–46.
4. Полян П.М. Крупные городские агломерации Советского Союза // Известия РГО. 1982. Т. 114, № 4. С. 305–314.
5. Домански Р. Экономическая география: динамический аспект / пер. с пол. Рышард Доманьски. М.: Новый хронограф, 2010. 376 с.
6. Лаппо Г.М. Развитие городских агломераций в СССР. М.: Наука, 1978. 152 с.
7. Лаппо Г. М. Города России. Взгляд географа. М.: Новый хронограф, 2012. 504 с.
8. Лаппо Г.М., Полян П.М., Селиванова Т.И. Агломерации России в XXI веке // Вестник Фонда регионального развития Иркутской области. 2007. № 1. С. 45–52.
9. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-п.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72074066/?ysclid=18s8o942ub918001659> (дата обращения: 04.10.2022).
10. Полян П.М., Заславский И.Н., Наймарк Н.И. Проблемы делимитации городских агломераций: сравнение и синтез ведущих методик // Проблемы территориальной организации пространства и расселения в урбанизированных районах. Свердловск. 1988. С. 26–40.
11. Полян П.М. Территориальные структуры – урбанизация – расселение. Теоретические подходы и методы изучения. М.: Новый Хронограф, 2014. 785 с.
12. Зайончковская Ж.А. Некоторые направления эволюции расселения // Достижения и перспективы. 1985. Вып. 52. С. 42–51.
13. Антонов Е.В. Городские агломерации: подходы к выделению и делимитации // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2020. Т. 13, № 1. С. 180–202.
14. Антонов Е.В., Куричев Н.К., Трейвиш А.И. Исследования городской системы и агломераций в России // Известия Российской академии наук. Серия геогр. 2022. (3). С. 310–331.
15. Knapp W., Schmitt P. (Re-)structuring Competitive Metropolitan Regions in North-west Europe: On Territory and Governance // European Journal of Spatial Development. 2003. 6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://archive.nordregio.se/Global/Publications/Publications%202017/Refereed\\_6\\_Knapp\(2003\)](https://archive.nordregio.se/Global/Publications/Publications%202017/Refereed_6_Knapp(2003)) (дата обращения: 21.04.2020).
16. Liang J., Li F., Mao L. Review of the Methods of Delimitation for the Spatial Scope of Urban Agglomeration. 18-th International Conference on Geoinformatics, Beijing, 2010. 1–10. DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567776
17. Metodología Utilizada para la Delimitación de las Áreas Urbanas. Las Areas Urbanas (2016) // Ministry of Housing of Spain. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/\\_ESPECIALES/SIU/ATLAS](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALES/SIU/ATLAS). (дата обращения: 03.10.2022).
18. Project 3.1 ESPON Atlas: Mapping the Structure of the European Territory // Federal Office for Building and Regional Planning, 2006. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Inception\\_report\\_ESPON\\_ATLAS.pdf](https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Inception_report_ESPON_ATLAS.pdf). (дата обращения: 10.10.2022).
19. Крылов П.М. Концепция выделения Владивостокской агломерации с позиций регионального развития и территориального планирования // Проблемы регионального развития России: глава в колл. монографии / отв. ред. В.М. Котляков, В.Н. Стрелецкий, О.Б. Глезер, С.Г. Сафронов. М.: Издательский дом «Кодекс», 2016. С. 619–634.
20. Саушкин Ю.Г., Смирнов А.М. Геосистемы и геоструктуры // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1968. № 5. С. 27–32.
21. Шарыгин М.Д., Назаров Н.Н., Субботина Т.В. Опорный каркас устойчивого развития региона (теоретический аспект) // Географический вестник. 2005. № 1/2. С. 15–22.

22. Бакланов П.Я., Авдеев Ю.А., Романов, М.Т. Новый этап в развитии г. Владивостока и его агломерации // Территория новых возможностей // Вестн. Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2017. Т. 9, № 3 (38). С. 27–46.
23. Бакланов П.Я. Дальневосточные регионы России: проблемы и предпосылки устойчивого развития. Владивосток: Дальнаука, 2001. 144 с.
24. Бакланов П.Я. Поселение как целостный объект интегральных географических исследований // Вестн. Московского университета. Серия 5. География. 2021. № 4. С. 3–11.
25. Баранский Н.Н. Избранные труды. Научные принципы географии. М.: Мысль, 1980. 239 с.

## References

1. Saushkin, Yu.G. Economic geography: history, theory, methods, practice. Mysl: Moscow, Russia. 1973; 559 p. (In Russian)
2. Lappo, G.M., Lyubov V.Ya. Urban agglomerations in the USSR and abroad. Znanie: Moscow, Russia. 1977; 48 p. (In Russian)
3. Pertsik, E.N. Large urban agglomerations: development, design problems. In *Problems of development of agglomerations of Russia*. KRASAND: Moscow, Russia, 2009, 34–46. (In Russian)
4. Polyani, P.M. Large urban agglomerations of the Soviet Union. *Izvestiya RGO*. 1982, 4, 305–314. (In Russian)
5. Domanski, R. Economic geography: a dynamic aspect. Trans. from the floor. New Chronograph: Moscow, Russia, 2010, 376 p. (In Russian)
6. Lappo, G.M. Development of urban agglomerations in the USSR. Nauka: Moscow, Russia. 1978; 152 p. (In Russian)
7. Lappo, G.M. Cities of Russia. The Geographer's view. M. New Chronograph: Moscow, Russia, 2012; 504 p. (In Russian)
8. Lappo, G.M.; Polyani, P.M.; Selivanova, T.I. Agglomerations of Russia in the XXI century. *Bulletin of the Regional Development Fund of the Irkutsk region*. 2007, 1, 45–52. (In Russian)
9. The Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2025 [Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated February 13, 2019, 207-R.]. Available online: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72074066/?ysclid=l8s8o942ub918001659>. (accessed on 04.10.2022). (In Russian)
10. Polyani, P.M.; Zaslavsky, I.N.; Naimark, N.I. Problems of delimitation of urban agglomerations: comparison and synthesis of leading methods. In *Problems of territorial organization of space and settlement in urbanized areas*. Sverdlovsk, 1988, 26–40. (In Russian)
11. Polyani, P.M. Territorial structures – urbanization – settlement. Theoretical approaches and methods of study. Novy Chronograph: Moscow, Russia, 2014; 785 p. (In Russian)
12. Zayonchkovskaya, Zh.A. Some directions of the evolution of settlement. *Achievements and prospects*. 1985, 52, 42–51. (In Russian)
13. Antonov, E.V. Urban agglomerations: approaches to allocation and delimitation. *Contours of global transformations: politics, economics, law*. 2020, 1, 180–202. (In Russian)
14. Antonov, E.V.; Kurichev, N.K.; Trayvish, A.I. Studies of the urban system and agglomerations in Russia. *Izvestiya RAN (Akad. Nauk SSSR). Seriya Geograficheskaya*. 2022. 3, 310–331. (In Russian)
15. Knapp, W.; Schmitt, P. (Re-)structuring Competitive Metropolitan Regions in North-west Europe: On Territory and Governance. *European Journal of Spatial Development*. 2003. 6. Available online: [https://archive.nordregio.se/Global/Publications/Publications%202017/Refereed\\_6\\_Knapp\(2003\)](https://archive.nordregio.se/Global/Publications/Publications%202017/Refereed_6_Knapp(2003)). (accessed 21.04.2020).
16. Liang, J.; Li, F.; Mao, L. Review of the Methods of Delimitation for the Spatial Scope of Urban Agglomeration. 18-th International Conference on Geoinformatics, Beijing, 2010, 1–10. DOI:10.1109/ GEOINFORMATICS.2010.5567776.
17. Metodología Utilizada para la Delimitación de las Áreas Urbanas. Las Areas Urbanas (2016). *Ministry of Housing of Spain*. Available online: [https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/\\_ESPECIALES/SIU/ATLAS](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALES/SIU/ATLAS). (accessed 03.10.2022).
18. Project 3.1 ESPON Atlas: Mapping the Structure of the European Territory. Federal Office for Building and Regional Planning, 2006. Available online: [https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Inception\\_report\\_ESPON\\_ATLAS.pdf](https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Inception_report_ESPON_ATLAS.pdf). (accessed 10.10.2022).
19. Krylov, P.M. The concept of allocation of the Vladivostok agglomeration from the standpoint of regional development and territorial planning. In *Problems of regional development of Russia /Ed. V.M. Kotlyakov, V.N. Streletsky, O.B. Glezer, S.G. Safronov*. Publishing House “Codex”: Moscow, Russia, 2016, 619–634. (In Russian)
20. Saushkin, Yu.G.; Smirnov, A.M. Geosystems and geostructures. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya*. 1968, 5, 27–32. (In Russian)
21. Sharygin, M.D.; Nazarov, N.N.; Subbotina, T.V. Supporting framework of sustainable development of the region (theoretical aspect). *Geographical Bulletin*. 2005. 1–2, 15–22. (In Russian)

22. Baklanov, P.Ya.; Avdeev, Yu.A.; Romanov, M.T. A new stage in the development of Vladivostok and its agglomeration. *The territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*. 2017, 3 (38), 27-46. (In Russian)
23. Baklanov, P.Ya. Far Eastern regions of Russia: problems and prerequisites for sustainable development. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2001; 144 p. (In Russian)
24. Baklanov, P.Ya. Settlement as an integral object of integral geographical research. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 5, Geografia*. 2021, 4, 3-11. (In Russian)
25. Baransky, N.N. Selected works. Scientific principles of geography. Mysl: Moscow, Russia, 1980; 239 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 06.09.2022; одобрена после рецензирования 08.11.2022; принята к публикации 15.11.2022.

The article was submitted 06.09.2022; approved after reviewing 08.11.2022; accepted for publication 15.11.2022.



## Система расселения Азиатской России: единство в многообразии

Руслан Васильевич ДМИТРИЕВ  
Институт географии РАН, Институт Африки РАН, Москва, Россия  
dmitrievrv@yandex.ru  
<http://orcid.org/0000-0003-4018-9832>

Вячеслав Александрович ШУПЕР  
Институт географии РАН, Москва, Россия  
Университет Бернардо О'Хиггинса, Сантьяго, Чили  
vshuper@yandex.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-9096-3211>

**Аннотация.** Основная цель нашего исследования заключается в определении степени устойчивости структуры системы расселения Азиатской России. С позиции теории центральных мест авторы определяют, представляет ли она собой целостное или же разрозненное образование. Официальные статистические данные позволяют нам рассматривать как моноядерные, так и распределенные центральные места. Авторами установлено, что оптимально для Азиатской России в настоящее время формирование не единой системы расселения, а в достаточной степени самостоятельных систем в пределах сложившихся в советское время экономических районов. Определено, что административно-территориальная реформа 2018 г., связанная с присоединением Бурятии и Забайкальского края к Дальнему Востоку, не только не привела к улучшению структуры региональной системы расселения, но даже ухудшила ее. Включение двух новых субъектов в состав Дальневосточного федерального округа не привело к логическому встраиванию их административных центров в систему расселения Дальнего Востока. Полученные авторами результаты свидетельствуют о том, что людность городов Азиатской России в административных границах недостаточна для формирования устойчивых и разветвленных систем центральных мест. В этой связи высказанное в 2021 г. первыми лицами государства предложение о достраивании ряда агломераций средними по численности населения городами представляется нам оправданным. Как показано авторами с экистических позиций, увеличение численности населения крупнейших городов Азиатской России объективно необходимо как для остановки структурного вырождения региональных систем расселения макрорегиона, так и для их перехода к положительному развитию.

**Ключевые слова:** теория центральных мест, картоиды, Азиатская Россия, региональные системы расселения, пространственное развитие.

**Для цитирования:** Дмитриев Р.В., Шупер В.А. Система расселения Азиатской России: единство в многообразии // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 38–48. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_4). EDN: QDXMFR.

# The Settlement System of Asiatic Russia: Unity in Diversity

Ruslan V. DMITRIEV

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
Institute for African Studies, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
dmitrievrv@yandex.ru

Viacheslav A. SHUPER

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
Bernardo O'Higgins University, Santiago, Chili

**Abstract.** The main goal of our study is to determine the degree of stability of the structure of the settlement system of the Asiatic part of Russia. From the standpoint of the central place theory the authors determine whether it is a holistic or disparate entity. Official statistics allow us to consider both mononuclear and distributed central places. The authors found that at present the optimal way for the Asiatic part of Russia is the formation of not a single settlement system, but rather independent systems within the economic regions that developed in the Soviet era. It is a result of the development of inherited structures; their transformation requires much more time than the past thirty years. It was determined that the administrative-territorial reform of 2018, associated with the annexation of Buryatia and the Zabaykalsky Krai to the Far East, did not lead to an improvement in the structure of the regional settlement system, but even worsened it. The inclusion of two new regions in the Far Eastern Federal District did not bring to the logical integration of their administrative centers into the settlement system of the Far East. The results obtained by the authors indicated that the population density of the cities of the Asiatic part of Russia within the administrative boundaries was insufficient for the formation of stable and branched central place systems. In this regard, the proposal made by the Russian top officials in 2021 to complete the construction of a number of agglomerations with cities of average population size seems to us justified. As shown by the authors from an ekistics point of view, an increase in the population of the largest cities in the Asiatic part of Russia is objectively necessary both for stopping the structural degeneration of regional settlement systems in the macro-region and for their transition to positive development.

**Keywords:** central place theory, cartoids, Asiatic part of Russia, regional settlement systems, spatial development.

**For citation:** Dmitriev R.V., Shuper V.A. The Settlement System of Asiatic Russia: unity in diversity. *Pacific Geography*. 2022;(4):38-48. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_4).

## Введение

Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. предусмотрено усиление «межрегионального сотрудничества и координации социально-экономического развития субъектов РФ в рамках макрорегионов» [1, с. 19]. По задумке авторов Стратегии, расположенные в пределах указанных макрорегионов 20 городов должны стать «центрами экономического роста» страны, обеспечивая ежегодный вклад в него более 1 %. Каждый из этих городов образует «крупнейшую» (более 1 млн чел.) или «крупную» (от 500 тыс. до 1 млн) городские агломерации, в которых происходит «концентрация научной, научно-технической и инновационной деятельности».

Будучи весьма и весьма своевременной, Стратегия, к сожалению, имеет существенный недочет в рамках выявления и сохранения вклада городов в благополучие страны. Он состоит в методически и методологически необоснованном разведении популяционной и



экономической составляющих городского развития: подчеркивается необходимость увеличения или хотя бы сохранения, с одной стороны, существующей численности населения городов – центров роста, с другой – их роли в экономическом развитии. Однако, как показывает практика, связь между численностью населения и экономическим развитием далеко не всегда оказывается линейной (и даже положительной), в связи с чем, на наш взгляд, необходим либо более дифференцированный подход к населенным пунктам с точки зрения их роли, либо, наоборот, рассмотрение не каждого города в отдельности, а их системы.

К сожалению, теоретическое обоснование Стратегии если и существует, то не было доступно авторам при подготовке данной статьи. На наш взгляд, накопленный потенциал общественной географии и региональной экономики все же был использован разработчиками не в полной мере. В данном исследовании мы бы хотели на примере Азиатской России показать эффективность применения одного из важнейших теоретических конструкций социально-экономической географии – теории центральных мест (ТЦМ) – для выявления степени пространственного развития систем расселения с выходом на возможные рекомендации. Последние, мы надеемся, могут быть учтены разработчиками Стратегии пространственного развития России на период после 2025 года.

## Материалы и методы

Основная цель нашего исследования заключается в определении степени устойчивости структуры системы ЦМ Азиатской России. Параллельно мы сможем ответить на вопрос, представляет ли собой эта система единое или же фрагментарное образование, то есть состоящее из нескольких систем.

Релятивистская ТЦМ исходит из положения о том, что устойчивость существующего пространственного строения определяется не абсолютно, а относительно – в сравнении с его идеальным аналогом. Выявленные отклонения трактуются как уменьшение устойчивости системы вследствие внешних и/или внутренних воздействий. Для распределения городов по уровням иерархии в данном исследовании мы используем выведенную формулу [2], модернизированную для случая изолированных (самостоятельных) систем:

$$\varphi = 1 - (1 - k) \left[ \frac{K_{n-2}^p (1 - k)}{K_{n-2}^p - k} \right]^{(n-2)}, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – доля городского населения;

$k$  – доля ЦМ в населении обслуживаемой им зоны, постоянная для всех уровней иерархии [3], кроме последнего;

$K^p$  – коэффициент, эквивалентный максимально возможной численности населения в рамках выполнения одним ЦМ уровня иерархии ( $n-2$ ) функций «градообслуживания» (собственное население) и «градо»образования (население всех «принадлежащих» ему ЦМ нижележащих уровней)<sup>1</sup>;

$n$  – число уровней иерархии в системе, включая 1-й, а также уровень сельских поселений.

С учетом вероятного непостоянства значения для разных уровней иерархии и его максимального значения, равного 7, для системы ЦМ составляется опорная таблица, отражающая распределение поселений по уровням [4] (см. ниже). Для установления пространственной структуры системы, то есть того, какие из локусов кристаллеровской решетки заполняются распределенными по уровням ЦМ в первую очередь, используется «трафа-

<sup>1</sup> В релятивистском варианте ТЦМ множество значений  $K^p \in (1; 7)$ ; в классическом варианте  $K^p$  переходит в  $K^x$  – число ЦМ следующего, более низкого уровня иерархии, обслуживаемого одним ЦМ более высокого уровня (уровни нумеруются сверху), плюс единица – и принимает три возможных значения: 3; 4 или 7.

рет» в виде решетки с  $K = 7$ . Его дополняет гипотеза о том, что заполнение происходит по пути, обеспечивающем максимальную лабильность решетки: иными словами, первыми заполняются те локусы (в том числе на разных уровнях), расстояния от которых до ЦМ 1-го уровня одинаковы, это обеспечивает возможность ЦМ в будущем переходить с уровня на уровень.

Устойчивость системы ЦМ количественно оценивается с помощью показателя изостатического равновесия – интегральной характеристики, отражающей суммарное отклонение в численности населения (теоретический радиус) и в расстоянии между ЦМ уровней иерархии (эмпирический радиус) в реальной и модельной (идеальной) изолированной системе:

$$\sum_{n=2}^n \frac{R_n^t}{R_n^e} = n - 1. \quad (2)$$

Методика его вычисления подробно изложена в [5] для случая участка бесконечной решетки. К примеру, для системы ЦМ с четырьмя уровнями иерархии (без учета уровня сельских поселений) значение показателя изостатического равновесия в идеальном случае должно равняться 3. Чем ближе к идеальному рассчитанное по формуле (2) значение, тем в большей степени структура реальной системы соответствует таковой для модельного варианта и, в конечном счете, тем более структура устойчива к изменениям.

В качестве рабочих выдвигаются две гипотезы, каждая из которых, в свою очередь, распадается на два варианта. Первая: существует единая система ЦМ Азиатской России или же в пределах последней наличествуют несколько систем. Вторая: ЦМ по состоянию на 01.01.2021 представлены только городами в административных границах или же для повышения степени устойчивости систем(ы) необходимо наличие нескольких многоядерных ЦМ [6]. К числу последних мы отнесли:

а) распределенное ЦМ «Томск – Новосибирск – Барнаул», включающее гг. Новосибирск, Бердск, Искитим, Обь, Кольцово и городские поселения Новосибирского, Болотнинского, Черепановского, Искитимского и Мошковского районов Новосибирской области; гг. Томск, Северск; Барнаул, Новоалтайск, Сибирский и городские поселения Первомайского и Тальменского районов Алтайского края;

б) распределенное ЦМ «Большой Красноярск», включающее собственно г. Красноярск, а также гг. Железногорск, Дивногорск, Сосновоборск, Емельяново, Березовка;

в) распределенное ЦМ «Большой Владивосток», включающее собственно г. Владивосток, а также гг. Артем, Находка, Партизанск, Уссурийск, Большой Камень, Фокино и городские поселения Хасанского, Надеждинского, Шкотовского и Партизанского районов.

В том случае, если подтвердится предположение о существовании нескольких систем в пределах Азиатской России, мы бы хотели более подробно (в том числе в исторической ретроспективе) изучить одну из них.

## Результаты и их обсуждение

Количественные характеристики разных вариантов представлены в табл. 1. Попробуем по очереди отметить наиболее нереалистичные из них. В случае рассмотрения системы Азиатской России как единого образования с ЦМ – населенными пунктами в административных границах (№ 1) значение показателя изостатического равновесия сравнительно невелико. Более того, структура системы абсолютно примитивна: каждый из первых четырех уровней иерархии представлен одним ЦМ (Новосибирск – Омск – Красноярск – Тюмень); то есть  $K^* = 2$  лишь для 1-го уровня, для каждого последующего его интегральное значение все меньше.

Для единой системы Азиатской России с ЦМ – населенными пунктами в административных границах и несколькими распределенными ЦМ (№ 2) структура, наоборот, несколько лучше удовлетворяет теоретическим построениям (Большой Новосибирск –

Таблица 1

Количественные характеристики различных вариантов структуры систем(ы) центральных мест в пределах Азиатской России в 2021 г.

Table 1. Quantitative characteristics of various options for the structure of the central place system(s) within Asiatic Russia in 2021

№ п/п	Вариант системы ЦМ <sup>1</sup>	Число ЦМ на уровнях иерархии с 1-го по 4-й	Значение показателя изостатического равновесия для системы
1	Азиатская Россия с ЦМ <sub>а</sub>	1 – 1 – 1 – 1	2.474
2	Азиатская Россия с ЦМ <sub>б</sub>	1 – 2 – 2 – 3	5.292
3	Сибирь с ЦМ <sub>а</sub>	1 – 1 – 1 – 1	2.501
4	Сибирь с ЦМ <sub>б</sub>	1 – 2 – 3 – 4	2.577
5	Западная Сибирь с ЦМ <sub>а</sub>	1 – 1 – 1 – 1	2.767
6	Западная Сибирь с ЦМ <sub>б</sub>	1 – 2 – 4 – 12	3.539
7	Восточная Сибирь с ЦМ <sub>а</sub>	1 – 1 – 1 – 2	2.507
8	Восточная Сибирь с ЦМ <sub>б</sub>	1 – 1 – 2 – 3	3.003
9	Дальний Восток с ЦМ <sub>а</sub>	–	–
10	Дальний Восток с ЦМ <sub>б</sub>	1 – 1 – 2 – 3	2.779

<sup>1</sup>ЦМ<sub>а</sub> – включает населенные пункты в административных границах; ЦМ<sub>б</sub> – включает населенные пункты в административных границах и несколько распределенных ЦМ.

Рассчитано и составлено авторами.

Большой Красноярск, Большой Владивосток – г. Омск, г. Тюмень – гг. Иркутск, Хабаровск, Кемерово), в то время как степень ее устойчивости чрезвычайно аномальна. По соотношению числа ЦМ на уровнях иерархии система гораздо лучше соответствовала бы структуре с  $K^x = 2$ , если бы на 2-м уровне иерархии было не два, а одно ЦМ. Вероятно, «лишним» здесь будет Большой Владивосток, а г. Хабаровск заменил бы г. Новокузнецк. Таким образом, вероятно, оба варианта (№ 1 и 2) рассмотрения единой системы ЦМ Азиатской России следует признать неудовлетворительными.

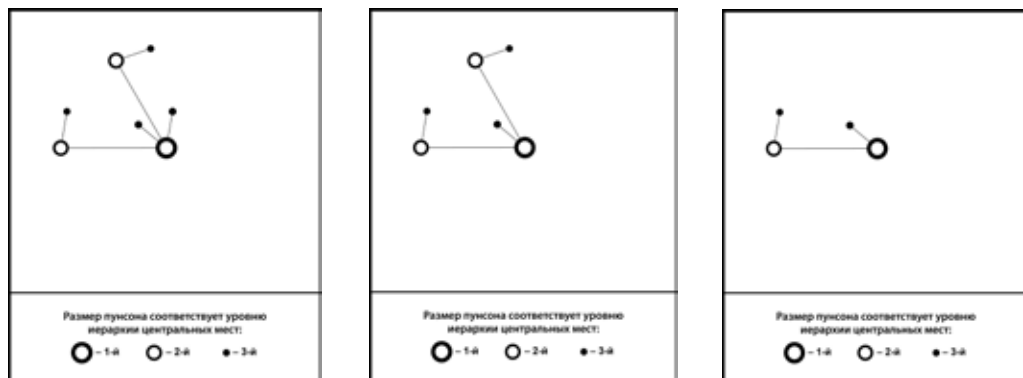
В этой связи попробуем далее рассмотреть систему ЦМ как фрагментарную. Будем исходить из предположения, что Восточная Сибирь в большей степени тяготеет к Западной, чем к Дальнему Востоку, и «разделим» Азиатскую Россию сначала на две части – Сибирь и Дальний Восток. Вполне ожидаемо, что при учете ЦМ как населенных пунктов в административных границах (№ 3) четырехуровневая структура системы Сибири абсолютно идентична таковой для всей Азиатской России (№ 1), однако меньшие размеры несколько (но весьма незначительно) увеличивают значение показателя изостатического равновесия. Но при таком же подходе к ЦМ система последних для Дальнего Востока (№ 9) вообще не существует! Это связано с тем, что при имеющем место  $k = 0.100$  значение доли городского населения ( $\varphi$ ) слишком велико и не удовлетворяет выведенному нами в [7] неравенству (3), которое связывает в ТЦМ два этих параметра:

$$\varphi \leq \frac{k(13 - 7k)}{7 - k}. \quad (3)$$

Таким образом, Дальний Восток далее следует рассматривать именно с учетом наличия распределенного ЦМ (№ 10), как и остальные части Азиатской России. Это приводит нас к необходимости сравнения двух оставшихся вариантов – единой (№ 4) или разделенной (№ 6 и 8) Сибири. Для Западной Сибири (№ 6) и Сибири в целом (№ 4) значение показателя изостатического равновесия отличаются от оптимума не слишком сильно в сравнении друг с другом. Однако структура системы ЦМ Западной Сибири имеет преимущество в отношении не только своей диверсификации (то есть большего числа ЦМ на каждом из уровней, начиная со 2-го), но и выравнивания значений  $K^x$ : если для 1-го уровня обеих систем интегрированное  $K^x = 3$ ; то для второго уровня в случае системы единой Сибири  $K^x = 2$ , Западной Сибири –  $7/3$ ; для третьего уровня –  $5/3$  и  $19/17$  соответственно. В [7] мы установили, что незначительное превышение значения расчетного показателя

изостатического равновесия над идеальным иллюстрирует естественные процессы в системах ЦМ во время перестройки системы в рамках повышения значения  $K^x$ . В то же время более низкие значения свидетельствуют о невозможности изменения структуры в ближайшее время. Восточная Сибирь (№ 8) – единственный регион, распределение ЦМ которого по уровням иерархии в отношении численности населения и расстояний между ними практически точно отвечает теоретическим построениям (значение показателя изостатического равновесия отличается от идеального лишь в третьем знаке после запятой).

Особо интересен в данном ключе пример Дальнего Востока, который мы бы хотели рассмотреть также в исторической ретроспективе. В 1989 г. система ЦМ Дальнего Востока имела структуру, соответствующую  $K^x = 3$ . Пространственная структура соответствующей идеальной решетки представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Структура идеальной решетки, соответствующей системе ЦМ Дальнего Востока в 1989 (слева), 2002 (посередине) и 2010–2021 гг. для трех уровней иерархии.

Составлено авторами

**Fig. 1.** The structure of an ideal lattice corresponding to the central place system of the Far East in 1989 (left), 2002 (middle) and 2010-2021 for three levels of hierarchy

Распад СССР в отношении границ фактически никак не повлиял на систему ЦМ Дальнего Востока, однако усилившийся отток из него населения, подкреплявшийся естественной убылью, привел к деградации (вернее – к отрицательной эволюции) системы. Первыми начали «исчезать» ЦМ на 4-м уровне иерархии (при рассмотрении именно четырех уровней) (их число уменьшилось с 9 в 1989 г. до 6 в 2002 г. – перечень покинули наименее населенные гг. Арсеньев, Тында, Амурск и Холмск), затем – на 3-м уровне (г. Южно-Сахалинск перешел на 4-й уровень) – см. рис. 1. Но костяк системы – 1-й и 2-й уровни иерархии – изменения пока не затронули: значение  $K_1$  по-прежнему равнялось трем, а устойчивость даже повысилась (показатель изостатического равновесия увеличился до 2.349).

Однако же к следующей переписи запас прочности иссяк (табл. 2), и отрицательная эволюция затронула все уровни иерархии, кроме 1-го – система перешла к наиболее простой структуре с  $K^x = 2$ , практически равным для всех основных уровней: реальное распределение ЦМ по первым пяти из них (1 – 1 – 2 – 3 – 9) в 2010 г. отличалось от идеального (1 – 1 – 2 – 4 – 8) весьма незначительно. Закономерно, что сразу после указанных изменений устойчивость системы была далека от идеальной: значение показателя изостатического равновесия составило для четырех уровней иерархии лишь 1.856 (при идеальном значении, равном 3.000).

К началу 2018 г. пятый уровень иерархии «снизу» пополнился еще двумя центральными местами. В то же время кардинально это ситуацию не улучшило – соответствующее значение показателя изостатического равновесия повысилось лишь до 1.906. Таким образом, внутренних резервов системы ЦМ Дальнего Востока для выправления ситуации и переходу к положительной эволюции объективно не существует [9], в связи с чем

Таблица 2

Фрагменты опорных таблиц для системы ЦМ российского Дальнего Востока в 2010–2021 гг.<sup>1</sup>

Table 2. Fragments of reference tables for the central place system of the Russian Far East in 2010-2021

2010 г.							
Численность населения системы (человек), в т.ч.:		Накопленная численность населения системы	$\phi$	k	$K_1^P$	$K_2^P$	$K_3^P$
Владивосток	6293129	1160518					
Хабаровск	577441	1737959	0.276	0.184	2.276	–	–
Якутск	269601	2007560	0.319	0.184	–	1.385	–
Комсомольск-на-Амуре	263906	2271466	0.361	0.184	–	2.420	–
Благовещенск	214390	2485856	0.395	0.184	–	–	1.332
Южно-Сахалинск	181728	2667584	0.424	0.184	–	–	1.935
Петропавловск-Камчатский	179780	2847364	0.452	0.184	–	–	3.834
2021 г.							
Численность населения системы (человек), в т.ч.:		Накопленная численность населения системы	$\phi$	k	$K_1^P$	$K_2^P$	$K_3^P$
Владивосток	8124053	1160489					
Хабаровск	610305	1770794	0.218	0.143	2.361	–	–
Улан-Удэ	437514	2208308	0.272	0.143	–	1.798	–
Чита	350861	2559169	0.315	0.143	–	6.671	–
Якутск	330615	2889784	0.356	0.143	–	–	1.610
Комсомольск-на-Амуре	241072	3130856	0.385	0.143	–	–	3.195

<sup>1</sup> Полностью представлены уровни иерархии с 1-го по 4-й.

Рассчитано и составлено авторами по: [6, 8].

(вероятно) и было принято решение о выправлении «сверху» – присоединении к ДФО двух новых субъектов.

Посмотрим, к каким результатам это привело. Во-первых, гг. Улан-Удэ и Чита превышают по численности своего населения гг. Якутск и Комсомольск-на-Амуре: это значит, что последние оказались вытесненными с 3-го уровня иерархии. К изменению пространственной структуры системы на первых трех уровнях это не привело – она осталась такой же, как и 10 лет назад (см. рис. 1). Во-вторых, несмотря на отсутствие структурных изменений на 1–3-м уровнях, состав нижележащих трансформировался: на 4-м уровне оказалось два ЦМ, на 5-м – три (гг. Благовещенск, Южно-Сахалинск и Петропавловск-Камчатский). Иными словами, включение двух новых субъектов в состав ДФО привело не к их логическому встраиванию в систему ЦМ, а к простому замещению ими «старых» ЦМ – элементарному добавлению нового уровня. В-третьих, административные центры двух новых субъектов ДФО даже слишком велики: стоит населению хотя бы одного из них чуть подрасти (на 6–7 тыс. человек) или же уменьшиться (на 10 тыс.) населению Большого Владивостока – Чита покинет 3-й уровень иерархии, приведя систему к структуре «1 – 1 – 1». В-четвертых, показатель изостатического равновесия после включения гг. Улан-Удэ и Чита в структуру верхних уровней системы изменился незначительно, увеличившись на 0.1 и составив в 2021 г. 2.018. Для сравнения: если рассчитывать его значение для ДФО в старых границах, то оно составило бы 2.213 – таким образом, без административных изменений оно выросло бы более чем на 0.3 всего за 3 года, приведя систему к большей устойчивости.

В результате реформы 2018 г. новые ЦМ, занявшие 3-й уровень иерархии, оказались расположены даже дальше от ЦМ 1-го уровня, чем их предшественники на этом уровне 2018 г. Иными словами, главная проблема системы ЦМ Дальнего Востока состоит не столько в недостаточном населении (значения теоретического радиуса для 2–4-го уровней даже несколько превышают идеальные), сколько в огромных расстояниях (значения эмпирического радиуса выше идеального для нового 3-го уровня в 4.2 раза; для 4-го – в 3.7 раза). В этой связи далее мы попробуем рассмотреть существующие расстояния в

системе ЦМ Дальнего Востока не в единицах собственно расстояния (км), а в стоимостном выражении. При этом весьма интересным представляется сравнение нынешней ситуации с таковой времен окончания существования СССР. В советское время существовала формула расчета стоимости авиационного билета в рублях [10]:

$$\text{Цена} = (\text{Тарифное расстояние} - 300) / 60 + 12$$

Однако же она работала не для всех пунктов назначения (в том числе далее 300 км от пункта выезда): в некоторых случаях цена билета рассчитывалась иначе. Очевидно, представленное уравнение есть уравнение прямой. Попробуем вывести его исходя из структуры системы расселения Дальнего Востока в 2021 г. – с учетом трех первых уровней иерархии. Для этого возьмем минимальную стоимость авиабилетов (без багажа) из ЦМ 1-го уровня до каждого из них по состоянию на тот день середины августа 2021 г., в который выполняются беспересадочные рейсы [11]. Далее соотнесем эту стоимость со среднемесячной номинальной начисленной заработной платой в округе – 67813 руб. в мае 2021 г. [12]. Итоговый вариант расчетов представлен в табл. 3.

Далее возьмем для рассмотрения те же ЦМ (гг. Владивосток, Хабаровск, Улан-Удэ, Чита, Якутск, Комсомольск-на-Амуре), но для периода 1980-х гг. Проведем эту же последовательность вычислений с той лишь разницей, что отсутствующие беспересадочные рейсы из г. Владивосток в гг. Якутск и Улан-Удэ заменялись [13] на рейсы с одной пересадкой через г. Хабаровск как наиболее дешевые. Далее стоимость билетов приводилась к среднемесячной заработной плате в 1987 г. – 324.2 руб. [14]. Как видно из таблицы, стоимость перелета из г. Владивосток до городов соседнего Хабаровского края в 2021 г. выше, а в другие пункты округа – ниже, чем в 1987 г. Однако же оценим данные показатели интегрально, для этого построим график зависимости относительной цены от расстояния и выведем линию тренда – прямую, такую же, как и в случае советской формулы зависимости цены перелета от расстояния (рис. 2).

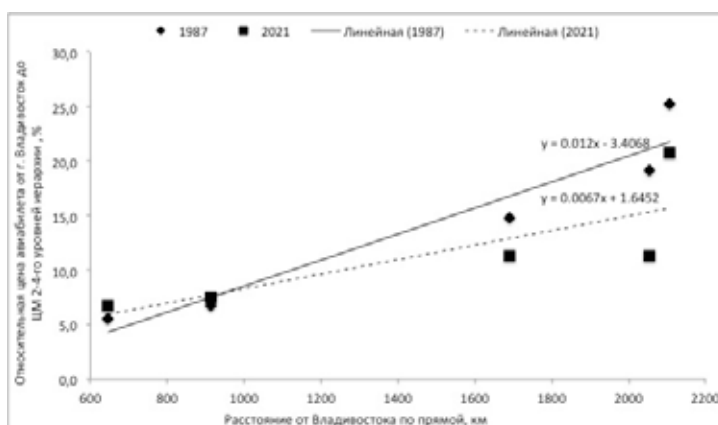
**Таблица 3**

Стоимость авиаперелета из г. Владивосток до городов ДФО, приведенная к средней заработной плате в 1987 и 2021 гг., %

Table 3. The cost of air travel from Vladivostok to the cities of the Far Eastern Federal District, reduced to the average wage in 1987 and 2021, %

Город	1987	2021
Хабаровск	5.6	6.7
Улан-Удэ	19.1	11.3
Чита	14.8	11.3
Якутск	25.3	20.8
Комсомольск-на-Амуре	6.8	7.5

Рассчитано и составлено авторами (источники см. выше).



**Рис. 2.** Зависимость относительной цены за авиабилет от г. Владивосток до ЦМ 2–4-го уровней иерархии от соответствующего расстояния (км).

Составлено авторами

**Fig. 2.** Dependence of the relative price for an air ticket from Vladivostok to the central places of the 2nd-4th levels of the hierarchy on the corresponding distance (km)

Поскольку каждое из двух указанных на рис. 2 уравнений линейной зависимости описывает среднее значение для одной и той же совокупности ЦМ, то умножим нижнее на такой множитель, который обеспечит равенство показателей при  $x$ . Далее, вычитая из нижнего уравнения верхнее, получим следующее соотношение между относительными ценами на авиабилеты в 1987 и 2021 гг.:

$$y_{1987} = 1.79y_{2021} - 6.35.$$

Далее, возвращаясь к табл. 3, находим, что для «традиционных» центров Дальнего Востока – гг. Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и Якутск цены на билеты в 1987 г. оказывались ниже, чем должны были бы быть, если подставлять в формулу соответствующие значения 2021 г. Цены на полеты в гг. Чита и Улан-Удэ, наоборот, оказывались выше. Иными словами, даже на уровне цен на авиабилеты, исходя из структуры системы ЦМ, включенные в состав ДФО субъекты оказываются «чужими». Если же, наоборот, подставлять в формулу цену 1987 г., то оказывается, что полеты в гг. Улан-Удэ и Чита стоят дешевле, чем должны; в гг. Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и Якутск – наоборот, дороже.

### **Заключение и выводы**

Таким образом, в наилучшей степени отвечает теоретическим построениям не единая система ЦМ Азиатской России, а отдельные системы Западной и Восточной Сибири, а также Дальнего Востока. Вероятно, данный феномен есть результат развития унаследованных структур времен СССР, для трансформации которых требуется гораздо больше времени, чем прошедшее тридцатилетие.

Опираясь на ТЦМ, можно заключить, что административно-территориальная реформа 2018 г. не только не привела к структурному улучшению системы расселения российского Дальнего Востока, но даже ухудшила ее. При этом имеет место вольное или невольное «субсидирование» пассажирских авиаперевозок в гг. Улан-Удэ и Чита в некоторой степени в ущерб «старым» центрам Дальнего Востока – гг. Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и Якутск.

Установленные в нашем исследовании границы распределенных (многоядерных) ЦМ Азиатской России достаточно условны и могут меняться. Однако же полученные результаты свидетельствуют, что людность городов этого макрорегиона в административных границах недостаточна для формирования устойчивых и разветвленных систем ЦМ. В этой связи предложение С.К. Шойгу, высказанное в 2021 г., представляется оправданным, поскольку, по словам В.Н. Лексина, он говорит «не столько о строительстве новых городов-миллионников (а именно так это было сначала воспринято в СМИ), сколько о доставивании ряда агломераций средними по численности населения городами» [15] (здесь явно в первую очередь подразумеваются города с людностью в несколько сотен тысяч жителей, а не только 50–100 тыс., как в общепринятой классификации). Таким образом, как было показано выше с экистических позиций, то есть с позиций ТЦМ, увеличение численности населения крупнейших городов Азиатской России объективно необходимо как для остановки структурного вырождения региональных систем расселения макрорегиона, так и для их дальнейшего положительного развития.

Исследование выполнено по теме государственного задания Института географии РАН № АААА-А19-119022190170-1 (FMGE-2019-0008).

### **Литература**

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOXI22JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 18.08.2021).

2. Дмитриев Р.В. Эволюция систем расселения в аспекте классической теории центральных мест // Изв. РАН. Серия геогр. 2021. Т. 85, № 2. С. 165–175.
3. Дмитриев Р.В. К вопросу о постоянстве значения доли центрального места в населении обслуживаемой им зоны для всех уровней кристаллеровской иерархии // Изв. РАН. Серия геогр. 2019. № 1. С. 128–135.
4. Дмитриев Р.В. Использование гравитационных моделей для пространственного анализа систем расселения // Народонаселение. 2012. № 2 (56). С. 41–47.
5. Шупер В.А. Самоорганизация городского расселения. М.: Российский открытый университет, 1995. 168 с.
6. Росстат. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения: 14.06.2021).
7. Дмитриев Р.В. Эволюционные процессы в системах центральных мест: дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2022. 223 с.
8. Всероссийская перепись населения 2010 года. Численность населения России, федеральных округов, субъектов Российской Федерации, районов, городских населенных пунктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.perepis2002.ru/index.html?id=13> (дата обращения: 14.10.2020).
9. Дмитриев Р.В. Развитие процессов урбанизации в Дальневосточном федеральном округе в постсоветский период // Уровень жизни населения регионов России. 2017. № 2 (204). С. 83–89.
10. Гендиректор «Аэрофлота» сравнил цены на авиабилеты в СССР с нынешними // Seldon.News. 19.08.2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/236046136> (дата обращения: 17.07.2021).
11. Яндекс. Расписания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rasp.yandex.ru/> (дата обращения: 30.07.2021).
12. Росстат. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по субъектам Российской Федерации с 2013 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/labor\\_market\\_employment\\_salaries?print=1](https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries?print=1) (дата обращения: 14.07.2021).
13. Авиапостер. Расписания движения самолетов СССР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.aviaposter.ru/raspisaniya> (дата обращения: 17.07.2021).
14. Елизаров В.В., Дмитриев Р.В., Ефремов И.А. Льготы в районах Крайнего Севера: сохранить нельзя отменить // Уровень жизни населения регионов России. 2015. № 3 (197). С. 36–48.
15. Ивантер А. Есть работа – есть город // Эксперт. 2021. 20–26 сентября. № 39 (1222). С. 20–21.

## References

1. Strategy for the Spatial Development of the Russian Federation for the period up to 2025. Available online: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOX122JjAe7irNxc.pdf> (accessed on 18 August 2021). (In Russian)
2. Dmitriev, R.V. The Evolution of Settlement Systems in Classic Central Place Theory. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2021, 85(2), 165–175. (In Russian)
3. Dmitriev, R.V. Is the Share of a Central Place in the Population of the Area, Served by This Central Place, a Constant for All Levels of the Christaller's Hierarchy? *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2019, 1, 128–135. (In Russian)
4. Dmitriev, R.V. Application of Gravity Models to Spatial Analysis of Settlement Systems. *Narodonaselenie*. 2012, 2, 41–47. (In Russian)
5. Shuper, V.A. Self-organization of Urban Settlement System. Russian Open University Publ.: Moscow, Russia, 1995; 166 p. (in Russian)
6. Rosstat. The population of the Russian Federation by Municipalities. Available online: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (accessed on 14 June 2021). (In Russian)
7. Dmitriev, R.V. Evolutionary Processes in Central Place Systems: Dr. Sci. (Geogr.) Dissertation. Moscow, 2022; 223 p. (In Russian).
8. All-Russian Population Census of 2010. The Population of Russia, Federal Districts, Constituent Entities of the Russian Federation, Districts, Urban Settlements. Available online: <http://www.perepis2002.ru/index.html?id=13> (accessed on 14 October 2020). (In Russian)
9. Dmitriev, R.V. Urban Development in the Russian Far East at the Post-Soviet Period. *Living Standards of the Population in the Regions of Russia*. 2017, 2, 83–89. (In Russian)
10. The General Director of Aeroflot Compared the Prices for Air Tickets to the USSR with the Current Ones. *Seldon.News*. 19.08.2020. Available online: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/236046136> (accessed on 17 July 2021). (In Russian)
11. Yandex. Timetables. Available online: <https://rasp.yandex.ru/> (accessed on 30 July 2021). (In Russian)
12. Rosstat. Average Monthly Nominal Accrued Wages of Employees for a Full Range of Organizations in the Constituent Entities of the Russian Federation Since 2013. Available online: [https://rosstat.gov.ru/labor\\_market\\_employment\\_salaries?print=1](https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries?print=1) (accessed on 14 July 2021). (In Russian)



13. Airposter. Aircraft Schedules of the USSR. Available online: <http://www.aviaposter.ru/raspisaniya> (accessed on 17 July 2021). (In Russian)
14. Yelizarov, V.V.; Dmitriev, R.V.; Yefremov, I.A. Facilities in the Russian Far North: to Be, or not to Be. *Living Standards of the Population in the Regions Of Russia*. 2015, 3, 36–48. (In Russian)
15. Ivanter, A. There is a Job – There is a City. *Expert*. 20–26 September 2021, 39(1222), 20-21. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 03.06.2022; одобрена после рецензирования 28.10.2022; принята к публикации 07.11.2022.

The article was submitted 03.06.2022; approved after reviewing 28.10.2022; accepted for publication 07.11.2022.





## История становления, современное состояние и перспективы стационарных исследований в Сибири

Виктор Максимович ПЛЮСНИН

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, plusnin@irigs.irk.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2004-3131>

**Аннотация.** Представлены материалы по становлению географических стационарных исследований в Сибири, о роли академика В.Б. Сочавы в формировании научных программ, методики исследований, организации и проведении первых комплексных исследований в степях и тайге Сибири. На стационарах располагается система фиксированных точек, на которых выполняются режимные наблюдения за гидротермическими и геохимическими показателями, за состоянием и динамикой биоты, мерзлоты, за интенсивностью экзогенных процессов, антропогенным воздействием. Комплексные экспериментальные исследования на географических стационарах позволили выявить характер трансформации геосистем, направление и масштабы изменений природных образований под воздействием антропогенной деятельности, определить пороговые значения веществ, приводящих к смене их инварианта и необратимой деградации, а также установить нормы допустимых, критических и недопустимых техногенных нагрузок. В настоящее время на географических стационарах Сибири и Дальнего Востока накоплен значительный фактический материал по водному и мерзлотному режиму, микро- и мезоклимату, динамике химических веществ в почвах, изменениям растительного покрова, реакции геосистем на антропогенные воздействия. Есть проблемы оснащения стационаров современными приборами и научным оборудованием, расходными материалами и реактивами. Наряду с научными отделами биосферных заповедников и национальных парков необходимо продолжение дальнейших исследований на стационарах академических институтов Сибирского и Дальневосточного отделений Российской академии наук, вузов Сибири и Дальнего Востока. Работы необходимо ориентировать на исследования устойчивости геосистем к разным видам антропогенных воздействий, реакции компонентов геосистем к изменениям климата, фенологии, режима мерзлотных процессов, поверхностных и подземных вод, загрязнения почв и воздуха на урбанизированных территориях.

**Ключевые слова:** географические стационары, Сибирь, полигон-трансект.

**Для цитирования:** Плюснин В.М. История становления, современное состояние и перспективы стационарных исследований в Сибири // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 49–59. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_5](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_5). EDN: КТЕННВ.

# Development history, present status and prospects of station-based research in Siberia

Victor M. PLYUSNIN

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia, plyusnin@irigs.irk.ru,  
<https://orcid.org/0000-0003-2004-3131>

**Abstract.** An outline is given of the establishment of geographical field station-based investigations in Siberia and of the role of Academician V.B. Sochava in the formation of scientific programs, research techniques and the organization and conduct of initial comprehensive research in the steppes and taiga of Siberia. The field stations are furnish with a system of fixed observation points to carry out routine observations of hydrothermal and geochemical indicators, the state of dynamics of the biota, permafrost, the intensity of exogenous processes, and anthropogenic impacts. The comprehensive experimental studies at the geographical field stations provided the character of geosystem transformation and the trends and magnitude of changes in natural entities caused by anthropogenic activity and threshold values of material leading to a change of their invariant and irreversible degradation as well as determining the standards of allowable, critical and unallowable technogenic loads. To date, the geographical field stations of Siberia and the Far East have accumulated considerable evidence concerning the water and cryogenic regime, micro- and mesoclimate, the dynamics of chemical substances in soils, changes in vegetation cover, and the response of geosystems to anthropogenic impacts. Siberian geographical field stations established by V.B. Sochava, played a decisive role in the development of experimental research methods based on the identification of relationships between the changing physical characteristics of geosystem components. Integrated ordination, which combined the methods of geophysics, geochemistry, phenology, cartography and biocenology, has been still used by many geographers now. There are problems of equipping the field stations with modern tools and scientific facilities, consumables and reagents. Along with the scientific departments of biosphere reserves and national parks, it is necessary to continue further research at the field stations of the academic institutes of the Siberian and Far Eastern branches of the Russian Academy of Sciences, universities of Siberia and the Far East. The research should be aimed at assessment, preservation and restoration of the natural resource potential of Siberia, the dynamics and evolution of geosystems, and the landscape diversity of Northern Eurasia. The further works should be oriented towards studies of the stability of geosystems to various types of anthropogenic impacts, the response of geosystem components to climate change, as well as the regime of permafrost processes, soil and air pollution in urban areas, and the study of dangerous catastrophic processes.

**Keywords:** geographical field stations, Siberia, polygon-transect.

**For citation:** Plyusnin V.M. Development history, present status and prospects of station-based research in Siberia. *Pacific Geography*. 2022;(4):49-59. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_5](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_5).

## Введение

Одним из первых в нашей стране комплексные стационарные географические исследования проводил Г.Н. Высоцкий в Великом Анадоле (1892–1904 гг.). В результате этих работ были получены данные для количественного анализа различных географических процессов.

В послевоенное время в связи с широким хозяйственным освоением восточных регионов страны формировались и научные ячейки в Сибири. В организованном в г. Иркутск в 1957 г. Институте географии Сибири и Дальнего Востока начались комплексные географические исследования Сибири. На первом совещании географов Сибири и Дальнего Востока (1959 г.) В.Б. Сочава, формулируя задачи в области физической географии, отмечал, что

для решения комплексных физико-географических проблем, представляющих научное и практическое значение, требуется постановка одновременно маршрутных, полустационарных и стационарных исследований, нужна сеть физико-географических стационаров, осуществляющих полный комплекс физико-географических исследований в условиях, типичных для различных природных провинций [1]. Его поддержал Н.А. Флоренсов, который при постановке задач геоморфологических исследований в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке указал на необходимость учреждения стационарных наблюдений над различными природными геоморфологическими явлениями в разных климатических зонах и ландшафтах, за закономерностями сочетания и взаимодействия природных процессов в тайге, гольцовом поясе гор, холодных межгорных низинах, высоких широтах [2].

### Становление стационарных исследований в Сибири

На первом сибирском географическом стационаре – Харанорском степном – работы проводились с 1958 по 1960 г. в урочище Алкучанский Говин на базе биологической станции Восточно-Сибирского филиала АН СССР. Затем (с 1961 по 1980 г.) исследования продолжались в отрогах Нерчинского хребта недалеко от ст. Харанор Забайкальской железной дороги, где была создана оснащенная база для полевых и камеральных исследований. Выбор полигона в Онон-Аргунской степи предопределен ее географическим своеобразием. Относясь к центрально-азиатскому классу степных ландшафтов, она сочетает черты горных и равнинных степей, расположена вблизи южной границы криолитозоны, периодически испытывает влияние тихоокеанских муссонов и на территории России не имеет аналогов. Полигон-трансект длиной 750 м и шириной около 100 м имел перепад высот 35 м и содержал 7 основных фаций. В 1964 г. были опубликованы первые результаты работ на этом степном стационаре [3]. Опыт первых лет исследований подтвердил, что необходимо объединить усилия геоморфологов, почвоведов, биогеографов, климатологов, гидрологов, картографов в изучении природной среды как единого целого. Для выявления взаимоотношений и взаимовлияния компонентов природной среды В.Б. Сочавой был разработан метод комплексной ординации (МКО), в 1966 г. впервые отработанный на Харанорском стационаре (рис. 1) [4].

Исследования по МКО проводились в рамках нового направления в ландшафтоведении – топологии геосистем. Объектом изучения топологии являются элементарные геосистемы, где количественная информация природных процессов определяется в полевых условиях на полигоне-трансекте по факторальному ряду фаций, типичных для урочища, с соблюдением синтопности и синхронности исследований [5, 6]. На базе полученных материалов были построены графические пространственно-временные модели компонентов геосистем, позволяющие определить тенденции их изменений. Количественные методы изучения природных процессов разрабатывались и применялись преимущественно с изучением факторов, влияющих на биологическую продуктивность степных геосистем (рис. 2) [7], приходно-расходные балансы энергии и вещества, режимы которых определяют пространственно-динамическую структуру геосистем и эволюцию географической среды. Они дали толчок развитию в



Рис. 1. В.Б. Сочава и В.А. Снытко обсуждают методику исследований на Харанорском стационаре

Fig. 1. V.B. Sochava and V.A. Snytko discussing the research techniques used at the Kharanor fixed station

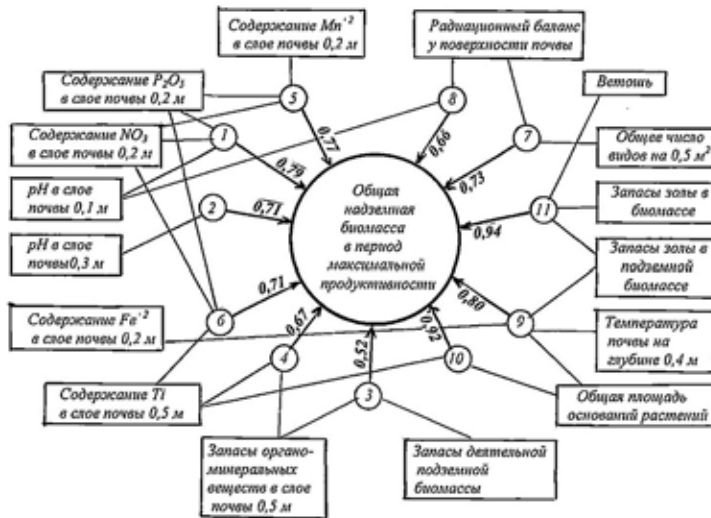


Рис. 2. Схема связи различных групп факторов (коэффициент корреляции более 0.50) с максимальной продуктивностью степного травостоя [7]

Fig. 2. Schematic representation of the correlation of different groups of factors (the correlation coefficient over 0.50) with maximum productivity of the steppe grass stand [7]

институте геофизических и геохимических методов исследований ландшафтов [8]. Таким образом было положено начало стационарного географического изучения территории Сибири, отработаны принципы и методы комплексных исследований режимов природных процессов, впервые даны количественные оценки взаимосвязи между отдельными компонентами природы в их динамике и эволюции, была предложена трактовка инварианта природной географической системы, введены понятия эпифации и геомата, обособлена геотопология, что способствовало созданию учения о геосистемах [9, 10].

Дальнейшее развитие сети географических стационаров в Сибири связано с актуальными вопросами изучения тайги, с перспективами ее освоения. На совещании по проблемам тайги, состоявшемся в 1963 г. в г. Иркутск, актуальным направлением научных исследований были определены проблемы экспериментальной географии, как обеспечивающие оригинальные и ценные материалы для оценки земель на основе стационарных географических исследований в тайге [11, 12]. Предполагалось ежегодное изучение сезонных биотических, геохимических, гидроклиматических и геоморфологических ритмов в целях выявления их среднего многолетнего хода и изменений по годам.

Под руководством В.Б. Сочавы в шестидесятые годы прошлого столетия было организовано три таежных стационара. В 1962–1963 гг. создан Приангарский стационар для изучения южной тайги Средней Сибири. Здесь изучались ландшафтообразующие факторы таежных геосистем, выявлялись факторально-динамические ряды фаций (плакорный, гидроморфный, литоморфный, криогидроморфный, аллювиальный), динамические изменения строения и режимов геосистем [13, 14]. Он стал опорным полигоном для разработки вопросов экологического состояния таежных ландшафтов и использования земель (рис. 3).

Стационарные наблюдения за геохимическими особенностями почв таежных геосистем, динамикой сезонного промерзания и протаивания грунтов, восстановлением растительности после пожаров, интенсивностью процессов перемещения грунтов на склонах проводились на десяти опытных площадках. Восемь из них были расположены в бассейне р. Сосновка (приток р. Чуна), две – в долине р. Чуна. Кроме того, для выполнения экспериментов было оборудовано пять дополнительных площадок, где природная обстановка была искусственно изменена (вырублен лес, поврежден моховой покров, вытоптаны

тропы, выполнен поджог участка). Регулярно на опытных площадках велись геохимические наблюдения за температурой и влажностью грунтов, кислотностью почв, концентрацией  $\text{CO}_2$  в почвах, окислительно-восстановительным потенциалом, водно-растворимым органическим веществом, валовым гумусом, легкоподвижными соединениями фосфора и меди [15], а также за величиной гидротермической деформации земной поверхности, ее связи с грунтами (тонкодисперсных, плохо дренируемых понижений и заболоченных долин рек, сухих щебнистых и супесчаных водоразделов и склонов), характером растительности и снежного покрова. Наблюдениям предшествовала крупномасштабная ландшафтная и мерзлотная съемка территории стационара [16, 17].

В 1966 г. в южной тайге Западной Сибири образован Нижнеиртышский стационар, базировавшийся в с. Миссия Уватского района Тюменской области. После изучения по аэрофотоснимкам и картографирования прилегающей территории был выбран экспериментальный полигон-трансект протяженностью 1 км, шириной 200 м, на котором в 1969–1973 гг. были проведены сопряженные пространственно-временные наблюдения за компонентами геосистем на основе МКО (рис. 4) [18].

Руководствуясь этим методом, на полигон-трансекте в течение нескольких лет проводили наблюдения за гидротермикой приземного слоя атмосферы и почв, фенологией, продуцированием биоты (древостой, травянистый напочвенный покров, микрофлора), процессами трансформации органического вещества, рН водного,  $\text{CO}_2$  почвенного воздуха, миграцией и аккумуляцией в почвах подвижных форм органического вещества и типоморфного элемента – железа [19].

В 1967 г. организован Тугрский (Северообский) стационар в средней тайге Западной Сибири. В 1979 г. с изменением программы исследований стационар был перенесен в пос. Нягань Октябрьского района Тюменской области. Главное внимание исследователей было направлено на выявление основных параметров природных режимов темнохвойно-таежных и болотных фаций Кондо-Сосьвинского Приобья, на анализ пространственных различий сезонной и погодичной структуры режимов тепла, влаги, вещества и продуцирования фитомассы, познание общих закономерностей структуры сезонных ритмов и функционирования топогеосистем западносибирского среднетаежного типа, а также на выявление количественных связей между природными компонентами в эталонных фациях методами математической статистики и оценку их интегрального эффекта [5].

В 1970 г. начались экспериментальные исследования на Ленском лесном стационаре в предгорьях Западного Саяна (Шушенский район Красноярского края). Для различных типов леса в горной тайге выявлены причинно-следственные связи между биотическим и абиотическим блоками и компонентами геосистем. Проведенные водно-балансовые исследования позволили установить взаимодействие гидрологических процессов и



**Рис. 3.** А.А. Крауклис, В.А. Снытко и Г.Н. Григорьев на базе Приангарского стационара перед выходом на полигон-трансект

**Fig. 3.** A.A. Krauklis, V.N. Snytko and G.N. Grigoryev at the base of the Priangarskii fixed station before leaving for the polygon-transect

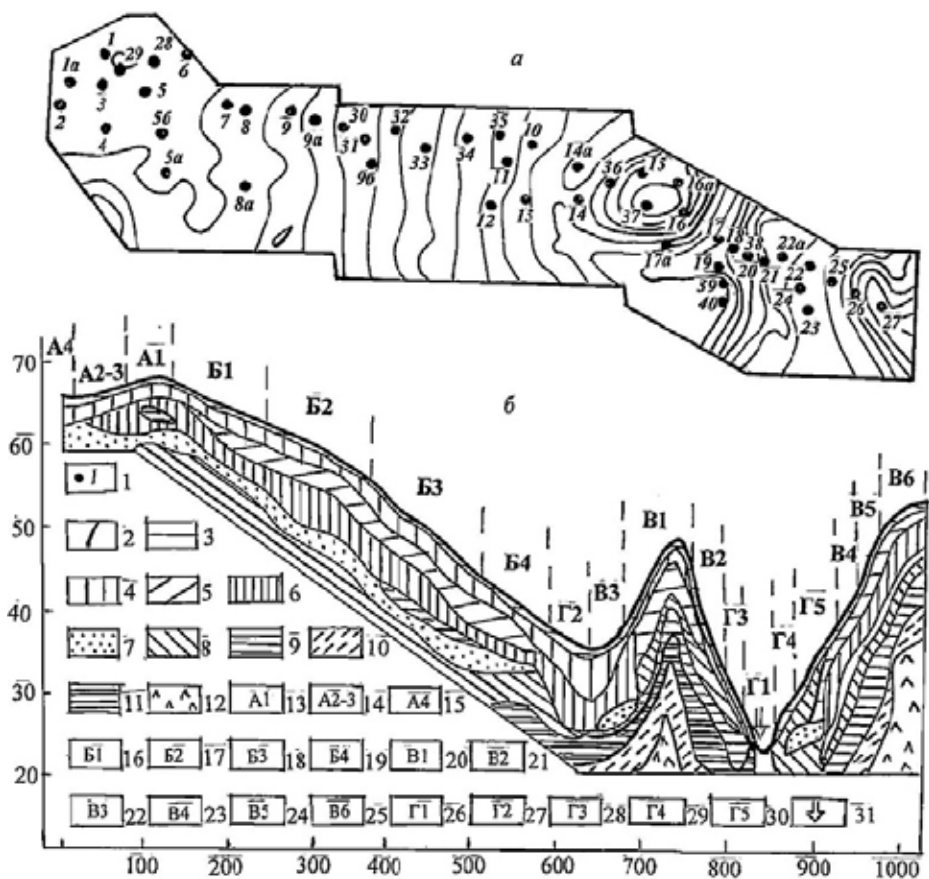


Рис. 4. Полигон-трансект Нижнеиртышского стационара [18].

а – топографический план с наблюдаемыми площадками; б – физико-географический профиль. 1 – наблюдаемые площадки, их номера; 2 – горизонтали через 2.5 м; Почвы: 3 – лесная подстилка; 4 – перегнойный горизонт; 5 – гумусовый; 6 – подзолистый; 7 – второй гумусовый; 8 – иллювиальный; 9 – глеевый; 10 – делювиальные супесчаные отложения; 11 – инфильтрационно-денудационные суглинки; 12 – облессованные суглинки; Фацци: 13 – плакорные, елово-пихтовые с липой в подлеске, мелкотравно-зеленомошные на подзолистых почвах (А1); 14 – дренируемых поднятий, пихтово-осиновые мелкотравно-осочковые на подзолистых почвах (А 2-3); 15 – ложбин (суффозионных западин), пихтово-еловые осоково-влажнотравные заболоченные (А4); 16 – верхней части приводораздельного склона, елово-пихтовые с липой и черемухой в подлеске осочково-папоротниково-разнотравные на дерново-подзолистых почвах (Б1); 17 – привершинных проточных ложбин, елово-пихтовых с кедром и липой влажнотравно-папоротниково-разнотравные на дерново-подзолистых глееватых почвах (Б2); 18 – средней части склона, кедрово-елово-пихтовые, с березой осочково-папоротниково-разнотравные на дерново-подзолистых глееватых почвах (Б3); 19 – нижней части склона, кедрово-пихтово-еловые хвощово-осочковые с крупнотравьем на дерново-подзолистых почвах (Б4); 20 – эрозионно-денудационного останца, березово-кедрово-елово-пихтовые мелкотравно-зеленомошные на сильно подзолистых почвах (Б1); 21 – средней части склона к старице, кедрово-елово-пихтовые с березой осочково-хвощово-вейниковые на дерново-подзолистых глееватых почвах (Б2); 22 – нижней части склона к пойме, пихтово-еловые с кедром и березой плауново-мелкотравно-зеленомошные на подзолисто-глееватых почвах (Б3); 23 – подножия водораздельного отрога, елово-пихтовые с кедром и березой зеленомошно-мелкотравно-кисличные на подзолисто-глееватых почвах (Б4); 24 – верхней части склона, кедрово-елово-пихтовые с березой на дерново-подзолисто-глееватых почвах (Б5); 25 – вершины отрога, с трансформированным пожаром фитоценозом, представленным малиной, иван-чаем, осокой, вейником на сильно подзолистых почвах (Б6); 26 – пойменные, заболоченные и олуговельные березово-елово-пихтовые хвощово-осоковые (Г1); 27 – днища старицы с пихтой, елью, осинкой, березой, черемухой в подлеске крупнотравно-таволгово-вейниковые на перегнойно-глеевых ожелезненных почвах (Г2); 28 – долинные первой террасы, пихтово-еловые с кедром, березой хвощово-осочково-крупнотравные на перегнойно-глеевых почвах (Г3); 29 – крутосклоновые, кедрово-елово-пихтовые с березой мелкотравно-хвощово-осочковые на дерново-глееватых ожелезненных почвах (Г4); 30 – долинные второй надпойменной террасы, елово-пихтовые с кедром, березой крупнотравно-таволгово-вейниковые на дерново-подзолистых глееватых почвах (Г5); 31 – местный водоток (р. Червянка)

Fig. 4. Polygon-transect of the Lower Irtysh fixed station [18]

природных структур, определить роль водного фактора в функционировании природных комплексов разного типа и пространственного уровня.

В том же 1970 г. начал функционировать Новониколаевский стационар в Койбальской степи Минусинской котловины (Бейский район Хакассии). Он был создан для изучения биогеографической специфики миграции вещества и энергии в степных геосистемах в условиях антропогенного воздействия на природные комплексы. Трансект по направлению «север-юг» протяженностью 3 км, шириной около 200 м, максимальным перепадом высот по профилю 110 м содержал 49 точек наблюдений. Исследовались современные экзогенные процессы, их роль в накоплении и перераспределении вещества, а также гидрометеорологический режим территории полигона, его пространственная и временная изменчивость; почвенно-геохимические особенности, миграция и трансформация веществ; структура, динамика и сезонный ход фитоценозов; формирования биомассы геосистем; структура микробиоценозов, их роль в процессах метаболизма органического вещества; структурно-функциональная организация геосистем на топологическом уровне [20–24]. Из результатов стационарных исследований 1970–1990 гг. следует отметить выявление общей тенденции возрастания фитопродуктивности сибирских степей с преобладанием живого вещества над мортмассой. При анализе динамики вещества на полигонах – воднорастворимых соединений кальция и магния в почвах и почвенной влаге – было показано, что хемогенные процессы более выражены в почвах лесного ландшафта, чем степного. В таежных геосистемах ландшафтно-геохимические процессы протекают в 1.5–2 раза активнее, чем в степных [25].

В связи с созданием Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭК) в центральных районах Красноярского края встала задача обосновать оптимальное размещение предприятий угледобычи и тепловых электростанций с учетом экологических последствий их работы. Была организована Канско-Ачинская комплексная географическая экспедиция, в задачи которой входили и стационарные наблюдения. Режимные исследования с 1981 г. проводились на двух физико-географических стационарах: Назаровском подтаежном на хр. Арга вблизи действующего угольного разреза и ГРЭС, а также Березовском лесостепном на юге Назаровской котловины в предгорьях Кузнецкого Алатау.

В отличие от ранее созданных сибирских географических стационаров здесь не создавались полигоны-трансекты, а все наблюдения проводились на участках, испытывающих разные техногенные нагрузки. В результате таких исследований на территории западного участка КАТЭК выявлены тенденции развития и процессы трансформации геосистем под воздействием техногенных факторов, разработана методика экспериментального моделирования процессов взаимодействия природных и техногенных потоков вещества в условиях загрязнения территорий, проведено нормирование техногенных нагрузок на геосистемы, выявлена устойчивость природных образований и разработаны подходы к оптимизации среды обитания [26–31].

### **Современное состояние стационарных исследований**

В настоящее время объем полевых экспедиционных и стационарных исследований значительно сократился. Недостаточное финансирование привело к утрате ряда географических стационаров. Полностью прекращены работы на таежных стационарах. На других ведутся только сезонные работы по сбору образцов снега, почв, растительности для определения в них химических элементов, выявлению ежегодных запасов зеленой массы, смены видового состава растительности, метеорологических параметров, динамики эрозийных и денудационных процессов, баланса вещества на склонах [32].

По сокращенной программе продолжают исследования на Березовском лесостепном, Новониколаевском и Харанорском степном стационарах. Создаются новые базы экспериментальных географических исследований на берегах оз. Байкал (пос. Листвянка, пос.



Солзан, Забайкальский национальный парк, Приольхонье), в дельте р. Селенга, Тункинской котловине, на ледниках Кодара и Восточного Саяна. Здесь стационарные наблюдения ленточно-профильного типа на трансекте переведены на более обширные территории, охватывающие в целом физико-географические районы. Осуществляются наблюдения за атмосферным воздухом (десятки термохрон), типами и интенсивностью современных экзогенных процессов рельефообразования, геодезические и георадарные измерения нивально-гляциальных объектов, геохимические исследования на акватории и берегах оз. Байкал. Широко используются космические снимки как для изучения динамики процессов, так и в картографировании геосистем и их компонентов. Основные задачи связаны с выявлением очагов загрязнения природных систем в процессе хозяйственного воздействия, реакции отдельных видов геосистем на глобальные изменения климата, нарушения растительности при лесных пожарах, а также с созданием и поддержкой эталонных участков в рамках ООПТ. Стоят задачи оценки состояния, сохранения и восстановления природно-ресурсного потенциала Сибири, динамики и эволюции геосистем, ландшафтного разнообразия Северной Евразии.

### **Заключение**

Следует признать, что идея стационаров, впервые провозглашенная в начале XX в. одним из основоположников современной физической географии В.В. Докучаевым и с таким размахом и полнотой осуществленная В.Б. Сочавой, не реализована в полной мере. Не достигнут один из результирующих показателей стационарных географических исследований – познание интегрального режима геосистем и его территориальной и типологической экстраполяции. В стационарной тематике не оказалось места для экономико-географических, этнографических, социальных, рекреационных исследований [33].

Очевидна необходимость возрождения междисциплинарных стационарных и экспедиционных исследований, что требует модернизации существующих и создания новых научных баз, на которых должны решаться следующие научные задачи:

– изучение процессов вещественно-энергетического обмена, изменчивости и устойчивости ландшафтной структуры, эволюционного развития и техногенной трансформации геосистем;

– картографический мониторинг состояния уникальных, особо ценных или находящихся под угрозой деградации и уничтожения ландшафтов;

– анализ климатических и антропогенных воздействий на структурные и функциональные параметры ландшафтов, на интенсивность природных процессов;

– исследование факторов, механизмов и закономерностей эволюции ландшафтов, синергетических процессов адаптации их структуры и функционирования к изменениям окружающей среды [33].

Сибирские географические стационары, созданные В.Б. Сочавой, сыграли решающую роль в разработке методик экспериментальных исследований, опирающихся на выявление связей между изменяющимися физическими характеристиками компонентов геосистем. Комплексная ординация, соединившая методы геофизики, геохимии, фенологии, картографии, биоценологии, применяется в настоящее время многими географами в ландшафтных исследованиях. В прикладных работах они используются в разработках методик и руководств в лесном, сельском, водном хозяйстве и экологии.

### **Литература**

1. Сочава В.Б. Задачи в области физической географии Сибири и Дальнего Востока // Материалы первого совещания географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 18–24 сентября 1959 г.). Вып. 1. Иркутск, 1959. С. 4–10.

2. Флоренсов Н.А. Задачи геоморфологических исследований в Сибири и на Дальнем Востоке // Материалы первого совещания географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 18–24 сентября 1959 г). Вып. 1. Иркутск, 1959. С. 40–43.
3. Алкучанский Говин. Опыт стационарного изучения степного ландшафта / отв. ред. В.Б. Сочава, В.А. Фриш. М.; Л.: Наука, 1964. 168 с.
4. Топология степных геосистем / отв. ред. В.Б. Сочава. Л.: Наука, 1970. 174 с.
5. Михеев В.С., Семенов Ю.М., Снытко В.А. Сибирские географические стационары // Виктор Борисович Сочава (жизненный путь, научное творчество). Новосибирск: Изд-во СО РАН, серия «Наука Сибири в лицах». 2001. С. 70–81.
6. Снытко В.А., Семенов Ю.М. Структура степных топогеосистем и дифференциация вещества в них // География и природ. ресурсы, 1980. № 2. С. 39–50.
7. Сочава В.Б., Дружинина Н.П., Лиопо Т.Н., Мартынова Г.Н. Функциональные и статистические зависимости ландшафтно-топологического порядка // Топология степных геосистем. Л.: Наука, 1970. С. 135–158.
8. Сочава В.Б., Бычков В.И., Дружинина Н.П., Козлов К.А., Крауклис А.А., Мартынова Г.Н., Фриш В.А. Опыт количественной оценки природных режимов географических фаций // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 8. Иркутск, 1965. С. 3–21.
9. Изучение степных геосистем во времени / отв. ред. В.Б. Сочава. Новосибирск: Наука, 1976. 238 с.
10. Семенов Ю.М. Стационарные географические исследования центрально-азиатских степных геосистем // География и природ. ресурсы. 1988. № 4. С. 135–142.
11. Сочава В.Б., Кротов В.А., Воробьев В.В., Михайлов Ю.П. Прикладные задачи географических исследований тайги в связи с перспективами ее освоения // Актуальные вопросы изучения и освоения таежных территорий. Иркутск, 1963. С. 3–15.
12. Сочава В.Б., Крауклис А.А. Ландшафтные исследования таежных территорий (задачи, методы, перспективы) // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 5. Иркутск, 1964. С. 33–37.
13. Крауклис А.А. Опыт стационарных исследований ландшафтной структуры (на примере Нижнего Приангарья) // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 16. Иркутск, 1967. С. 32–41.
14. Южная тайга Приангарья. Структура и природные режимы южнотаежного ландшафта / отв. ред. В.Б. Сочава. Л.: Наука, 1969. 268 с.
15. Снытко В.А., Щетников А.И. Динамика и взаимосвязи почвенно-геохимических показателей южнотаежных темнохвойных фаций // Сибирский географический сборник. Вып. 11. Новосибирск: Наука, 1975. С. 105–146.
16. Войлошников В.А. Пространственные закономерности и рельефообразующая роль гидротермических движений грунтов в Нижнем Приангарье // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Вып. 28. Иркутск, 1970. С. 66–73.
17. Природные режимы и топогеосистемы Приангарской тайги / отв. ред. А.А. Крауклис. Новосибирск: Наука, 1975. 280 с.
18. Южная тайга Прииртышья (опыт стационарного исследования южнотаежных топогеосистем) / отв. ред. Г.В. Бачурин, Е.Г. Нечаева. Новосибирск: Наука, 1975. 248 с.
19. Нечаева Е.Г. География и генезис почв со сложным гумусовым профилем (на материале стационарных наблюдений в Нижнем Прииртышье) // Сибирский географический сборник. Вып. 15. Новосибирск: Наука, 1980. С. 169–206.
20. Природные режимы степей Минусинской котловины (на примере Койбальской степи) / отв. ред. И.А. Хлебович, В.В. Буфал. Новосибирск: Наука, 1976. 238 с.
21. Стационарные исследования и моделирование геосистем / отв. ред. В.В. Буфал, И.А. Хлебович. Иркутск, 1977. 175 с.
22. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 233 с.
23. Геосистемы предгорий Западного Саяна / отв. ред. В.В. Буфал, И.А. Хлебович. Новосибирск: Наука, 1979. 320 с.
24. Структура и функционирование южнотаежных геосистем Прииртышья / отв. ред. В.А. Снытко. Новосибирск: Наука, 1982. 121 с.
25. Щетников А.И. Тенденции развития степных геосистем Южной Сибири // Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования: Материалы III Междунар. симпозиума. Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2003. С. 596–598.
26. Природа и хозяйство района первоочередного формирования КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1983. 262 с.
27. Мартынов А.В. Экспериментальное моделирование техногенного воздействия // География и природ. ресурсы. 1984. № 4. С. 69–73.
28. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. Новосибирск: Наука, 1987. 189 с.
29. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1987. 111 с.
30. Человек и окружающая среда на этапе первоочередного развития КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1988. 224 с.
31. Семенов Ю.М. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. Новосибирск: Наука, 1991. 145 с.

32. Баженова О.И., Плоснин В.М., Снытко В.А. Реализация программы географических стационарных исследований в Сибири (к 50-летию выхода монографии «Алкучанский Говин») // География и природ. ресурсы. 2014. № 4. С. 5–12.

33. Щетников А.И. Стационарные исследования на юге Средней Сибири // Стационарные географические исследования и ландшафтное прогнозирование / отв. ред. Ю.М. Семенов, В.А. Снытко. Иркутск, 1994. С. 67–70.

## References

1. Sochava, V.B. Problems in the field of physical geography of Siberia and the Far East. In *Proceedings of the First Meeting of Geographers of Siberia and the Far East* (Irkutsk, 18–24 September 1959). Issue 1. Abstract Book. Irkutsk, Russia, 1959. 4–10. (In Russian)
2. Florensov, N.A. Problems of geomorphological research in Siberia and the Far East. In *Proceedings of the First Meeting of Geographers of Siberia and the Far East* (Irkutsk, 18–24 September 1959). Issue 1. Abstract Book. Irkutsk, Russia, 1959. 40–43. (In Russian)
3. Alkuchanskii Govin. Experience of a Station-Based Study of Steppe Landscape / V.B. Sochava and V.A. Frish, Eds. Nauka: Moscow, Leningrad, Russia, 1964; 168 p. (In Russian)
4. Topology of Steppe Geosystems / Ed. V.B. Sochava. Nauka: Leningrad, Russia, 1970; 174 p. (In Russian)
5. Mikheev, V.S.; Semenov, Yu.M.; Snytko, V.A. Siberian Geographical Fixed Stations / Viktor Borisovich Sochava (Career and Scientific Work). Izd. SO RAN. ser. "Science in Persons": Novosibirsk, Russia, 2001, 70–81. (In Russian)
6. Snytko, V.A.; Semenov, Yu.M. Structure of steppe topogeosystems and differentiation of material in them. *Geography and natural resources*, 1980, 2, 39–50. (In Russian)
7. Sochava, V.B.; Druzhinina, N.P.; Liopo, T.N.; Martyanova, G.N. Functional and Statistical Dependencies of Topological Order. In *Topology of Steppe Geosystems*. Nauka: Leningrad, Russia, 1970, 135–158. (In Russian)
8. Sochava, V.B.; Bychkov, V.I.; Druzhinina, N.P.; Kozlov, K.A.; Martyanova, G.N.; Frish, V.A. Experience of quantitative assessment of natural regimes of geographical facies. In *Reports of Institute of Geography of Siberia and Far East*. Issue 8, Irkutsk, 1965, 3–21. (In Russian)
9. Study of Steppe Geosystems Across Time / Ed. V.B. Sochava. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1976; 238 p. (In Russian)
10. Semenov, Yu.M. Station-Based Geographical Research in Central-Asian steppe geosystems. *Geography and natural resources*. 1988, 4, 135–142. (In Russian)
11. Sochava, V.B.; Krotov, V.A.; Vorobyev, V.V.; Mikhailov, Yu.P. Applied Problems of Geographical Research Into Taiga in the Context of the Prospects for Its Utilization, In *Current Issues of Studying and Utilizing Taiga Territories*. Irkutsk, Russia, 1963, 3–15. (In Russian)
12. Sochava, V.B.; Krauklis, A.A. Landscape research into taiga territories (problems, methods, prospects). In *Reports of Institute of Geography of Siberia and Far East*. Issue 5, Irkutsk, 1964, 33–37. (In Russian)
13. Krauklis, A.A. Experience of station-based investigations of the landscape structure (a case study of the Lower Angara region). In *Reports of Institute of Geography of Siberia and Far East*. Issue 16, Irkutsk, 1967, 32–41. (In Russian)
14. Southern Taiga of the Angara Region. Structure and Natural Regimes of Southern-Taiga Landscape. / Ed. V.B. Sochava. Nauka: Leningrad, Russia, 1969; 268 p. (In Russian)
15. Snytko, V.A.; Shchetnikov, A.I. Dynamics and Interrelationships of Soil-Geochemical Indicators of Southern-Taiga Dark-Coniferous Facies. In *Siberian geographical collection of papers*. Issue 11, Nauka: Novosibirsk, Russia, 1975, 105–146. (In Russian)
16. Voiloshnikov, V.A. Spatial patterns and relief-forming role of hydrothermal movements of soils in the Lower Angara region. In *Reports of Institute of Geography of Siberia and Far East*. Issue 28, Irkutsk, Russia, 1975, 66–73. (In Russian)
17. Natural Regimes and Topogeosystems of Angara Taiga / Ed. A.A. Krauklis, Nauka: Novosibirsk, Russia, 1975; 280 p. (In Russian)
18. Southern Taiga of the Irtysh Region (Experience of Station-Based Research Into Southern-Taiga Topogeosystems) / Eds. G.V. Bachurin and E.G. Nechaeva. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1975; 248 p. (In Russian)
19. Nechaeva, E.G. Geography and genesis of soils with a complex humus profile (using station-based observations in the Lower Irtysh region). In *Siberian geographical collection of papers*. Issue 15. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1980, 169–206. (In Russian)
20. Natural Regimes of Steppes of the Minusinsk depression (a case study of the Koibal'skaya Steppe) / Eds. I.A. Khlebovich and V.V. Bufal. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1976; 238 p. (In Russian)
21. Station-Based Investigations and Modeling of Geosystems / Eds. V.V. Bufal and I.A. Khlebovich, Irkutsk, 1977; 175 p. (In Russian)
22. Krauklis, A.A. Problems of Experimental Landscape Studies. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1979; 233 p. (In Russian)
23. Geosystems of the Foothills of Western Sayan / V.V. Bufal and I.A. Khlebovich, Eds. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1979; 320 p. (In Russian)

24. Structure and Functioning of Southern-Taiga geosystems in the Irtysh Region / V.A. Snytko, Ed. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1982; 121 p. (In Russian)
25. Shchetnikov, A.I. Development trends in the steppe geosystems of Southern Siberia. In *Steppes of Northern Eurasia. Model Steppe Landscapes: Problems of the Protection, Ecological Restoration and Utilization* / A.A. Chibilev, Ed. IPK "Gasprompechat": Orenburg, Russia, 2003, 596–598. (In Russian)
26. Nature and Economy of the Priority Formation of KATEK. Nauka: Novosibirsk, 1983; 262 p. (In Russian)
27. Martynov, A.V. Experimental modeling of Technogenic Impacts. *Geography and natural resources*, 1984, 4, 69–73. (In Russian)
28. Volkova, V.G.; Davydova, N.D. Technogenesis and Transformation of Landscapes. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1987; 189 p. (In Russian)
29. Snytko, V.A.; Semenov, Yu.; Martynov, A.V. Landscape-Geochemical Analysis of Geosystems of KATEK. Nauka: Novosibirsk, 1987; 111 p. (In Russian)
30. Man and Environment in the Phase of Priority Development of KATEK. Nauka: Novosibirsk, 1988; 224 p. (In Russian)
31. Semenov, Yu.M. Landscape-Geochemical Synthesis and Organization of Geosystems. Nauka: Novosibirsk, 1991; 145 p. (In Russian)
32. Bazhenova, O.I.; Plyusnin, V.M.; Snytko, V.A. Implementation of the program of geographical station-based investigations in Siberia (50 years since the appearance of the monograph entitled "Alkuchanskii Govin"). *Geography and natural resources*, 2014, 35(4), 303–309. (In Russian)
33. Shchetnikov, A.I. Station-Based Investigations in the south of Middle Siberia. In *Station-Based Geographical Research and Landscape Forecasting* / Yu.M. Semenov and V.A. Snytko, Eds. Irkutsk, 1994, 67–70. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 25.05.2022; одобрена после рецензирования 04.07.2022; принята к публикации 12.07.2022.

The article was submitted 25.05.2022; approved after reviewing 04.07.2022; accepted for publication 12.07.2022.



## Полвека географических исследований и мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе (к 50-летию научной экспериментальной станции «Смычка»)

Юрий Петрович БАДЕНКОВ  
Институт географии РАН, Москва, Россия  
badenkov@igras.ru

Анатолий Николаевич КАЧУР  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
kachur@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2150-1512>

Алексей Петрович КОПЦЕВ  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Екатерина Петровна КУДРЯВЦЕВА  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
katya@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4135-8300>

Владимир Маркович ШУЛЬКИН  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
shulkin@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4610-2582>

Надежда Константиновна ХРИСТОФОРОВА  
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
khristorova\_nko@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9559-8660>

**Аннотация.** В результате многолетних исследований на Научной экспериментальной станции ТИГ ДВО РАН «Смычка» получен ряд существенных научных результатов, имеющих как фундаментальное, так и научно-прикладное значение. В частности, изучены геохимия и состояние разноранговых геосистем юга Дальнего Востока; установлены закономерности выноса элементов в окраинные моря Тихого океана; разработана программа комплексного геосистемного мониторинга для Сихотэ-Алинского биосферного района; проведены исследования по оценке эколого-геохимического состояния и загрязнения природной среды в основных горно-рудных районах Приморского и Хабаровского краев, получена принципиальная количественная модель воздействия пылегазовых выбросов предприятий горно-металлургического и горно-химического типов на геохимию и состояние разноранговых геосистем. Выполнены исследования по геохимии тяжелых металлов в прибрежно-морских экосистемах прилегающих акваторий, изучено содержание тяжелых металлов в массовых видах бентосных макроводорослей и моллюсков, обитающих на материковом и

островном мелководье периферийной зоны западной части Тихого океана в условиях различного антропогенного воздействия. На основе этого определено влияние факторов среды и особенностей организмов на накопление металлов и их распределение в тканях моллюсков и слоевищах водорослей. Исследован характер биоаккумуляции элементов и выявлены ассимилируемые организмами формы металлов. Обоснованы и систематизированы свойства организмов-индикаторов как интеграторов химического состояния морской среды. Составлен список морских организмов-индикаторов, рекомендуемых для осуществления контроля загрязненности среды тяжелыми металлами в разных климатических зонах западной Пацифики. В рамках работ по научному обоснованию геосистемного мониторинга Сихотэ-Алинского биосферного района, выполнявшихся в 1980–1990-х гг. по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ ЮНЕСКО), проведены исследования по обоснованию, организации и ведению геосистемного мониторинга в зоне сотрудничества и ядре биосферного района. Впервые на данном стационаре проведены исследования для разработки программы устойчивого развития (природопользования) для районного уровня (1990–1993 гг.). Полученные результаты были положены в обоснование схемы развития района. Схема содержит разработанную систему экологических ограничений, формирующихся как под воздействием природных, так и антропогенных факторов.

**Ключевые слова:** научная станция, геохимия ландшафтов, тяжелые металлы, сухопутные и морские геосистемы, Сихотэ-Алинь, геосистемный мониторинг, биосферный район.

**Для цитирования:** Баденков Ю.П., Качур А.Н., Копцев А.П., Кудрявцева Е.П., Шулькин В.М., Христофорова Н.К. Полвека географических исследований и мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе (к 50-летию научной экспериментальной станции «Смычка») // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 60–71. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_6](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_6). EDN: GIEOAL.

Original article

## Half a century of geographical research and monitoring in the Sikhote-Alin biosphere region (To the 50th anniversary of the Scientific Experimental Station “Smychka”)

Yuri P. BADENKOV  
Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Anatoli N. KACHUR  
Pacific Institute of Geography of FEB RAS, Vladivostok, Russia

Alexey P. KOPTSEV  
Pacific Institute of Geography of FEB RAS, Vladivostok, Russia

Ekaterina P. KUDRYAVCEVA  
Pacific Institute of Geography of FEB RAS, Vladivostok, Russia

Vladimir M. SHULKIN  
Pacific Institute of Geography of FEB RAS, Vladivostok, Russia

Nadezhda K. KHRISTOFOROVA  
Pacific Institute of Geography of FEB RAS, Vladivostok, Russia  
Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

**Abstract.** As a result of many years of research at the Scientific Experimental Station of the PGI FEB RAS “Smychka”, the geochemistry and the state of geosystems of different ranks in the south

of the Far East were studied. Regularities in the elements flow to the marginal seas of the Pacific Ocean were explored. A program of integrated geosystem monitoring for the Sikhote-Alin biosphere region was developed. The ecological and geochemical state and pollution of the natural environment in the main mining regions of the Primorsky and Khabarovsk territories were assessed. A fundamental quantitative model of the impact of dust and gas emissions from mining and metallurgical and mining chemical enterprises on geochemistry and the state of geosystems of different ranks has been made. The studies have been carried out on the geochemistry of heavy metals in the coastal marine ecosystems of adjacent water areas, and on the content of heavy metals in the common species of macroalgae and mollusks living in the coastal waters of the Western Pacific under various anthropogenic impacts. Based on this, the influence of environmental factors and characteristics of organisms on the accumulation of metals and their distribution in the tissues of mollusks and algae was determined. The nature of the bioaccumulation of elements has been studied and the forms of metals assimilated by organisms have been elucidated. The properties of indicator organisms as integrators of the chemical state of the marine environment were substantiated and systematized. A list of marine indicator organisms recommended for monitoring environmental pollution with heavy metals in different climatic zones of the Western Pacific has been compiled. As part of the work on the scientific substantiation of geosystem monitoring of the Sikhote-Alin biosphere region, carried out in the 80-90s of the 20th century in the framework of the UNESCO program "Man and the Biosphere" (MAB UNESCO), the studies were carried out to organize and conduct geosystem monitoring in the biosphere region. For the first time, the research for working out of a program for sustainable development (nature management) at the municipal district level (1990-1993) was carried out at this station. The obtained results have been used in the substantiation of the district development scheme. It included the development of a system of environmental restrictions, which are formed under the influence of both natural and anthropogenic factors.

**Keywords:** landscape geochemistry, heavy metals, terrestrial and marine ecosystems, scientific station, Sikhote-Alin, geosystem monitoring, biospheric region.

**For citation:** Badenkov Yu.P., Kachur A.N., Koptsev A.P., Kudryavceva E.P., Shulkin V.M., Khristoforova N.K.. Half a century of geographical research and monitoring in the Sikhote-Alin biosphere region (To the 50th anniversary of the Scientific Experimental Station "Smychka"). *Pacific Geography*. 2022;(4):60-71. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_6](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_6).

## Введение

Появление полевой научной станции в бассейне р. Тетюхе (современное название р. Рудная), там, где она впадает в Японское море, было предопределено временем, когда в начале 1970-х гг. проблемы окружающей среды оказались в центре внимания мирового сообщества и во многом послужили основанием для создания Тихоокеанского института географии ДВНЦ АН СССР.

Институт был создан в конце 1971 г., его стратегическими задачами и целью были заявлены: разработка методологических основ и методов комплексного изучения окружающей среды и воздействия на нее человека и разработка на этой основе географического прогноза.

В структуре института была создана лаборатория геохимии, исполняющим обязанности заведующего которой был назначен Ю.П. Баденков, кандидат геолого-минералогических наук, геолог-геохимик. В предшествующие этому назначению 10 лет он занимался разработкой новых методов поиска полиметаллических месторождений в Средней Азии. Конечно же, он был знаком с работами М.А. Глазовской и А.И. Перельмана в области геохимии ландшафта. Но его взгляды на проблемы окружающей среды и прогноз ее геохимических трансформаций формировались прежде всего на трудах В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмана.

Все это и определило выбор объекта и региона исследований лаборатории геохимии, приоритетов ее развития на начальных этапах деятельности [1, 2]. Первая «разведочная» полевая поездка сотрудников на ГАЗ-469 состоялась уже в июне 1972 г. в п. Тетюхе, где находился известный всем геологам со студенческой скамьи один из крупнейших полиметаллических рудных узлов страны. В состав рекогносцировочной группы входили

к.г.н. Павел Валерьянович Елпатьевский (ученик М.А. Глазовской) и Герман Иосифович Шумов (геолог, выпускник МГРИ). Необходимо подчеркнуть особо, что они были абсолютно разными по характеру, темпераменту и базовому образованию – *волна и камень, лед и пламень* (по А.С. Пушкину). Порой это мешало работе, но иногда имело важное значение при принятии компромиссных решений и выборе согласованных действий.

### Научная экспериментальная станция «Смычка»

Станция создавалась на берегу пресного оз. Васьковское, в хорошей транспортной доступности, а самое главное, это было место, где суша смыкается с морем (рис. 1–3). В подобных местах, на границе ландшафтов суши и прибрежных акваландшафтов (seascapes) моря, происходит смена миграционных циклов тяжелых металлов на принципиально иные процессы.

Важно было и то, что в 1978 г. Сихотэ-Алинский заповедник в числе 5 других заповедников СССР получил статус Биосферного резервата ЮНЕСКО и был включен во Всемирную сеть Биосферных резерватов. Это дало начало и Национальной программе Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС), инициатором и руководителем которой был академик Ю.И. Израэль, возглавлявший тогда Гидрометеорологическую службу СССР. Академические институты активно включились в эту программу и появились партнерские консорциумы биосферных заповедников и академических стационаров, получивших в ряде случаев статус станций фоновый мониторинга. В этом контексте станция «Смычка» и стационар ТИГ в п. Хрустальный (п. Кавалерово) тесно сотрудничали с Сихотэ-Алинским биосферным резерватом и выполняли исследования по фоновому мониторингу тяжелых металлов. Тогда же была предложена концепция Сихотэ-Алинского биосферного района [3, 4], которая остается актуальной и по сей день.

С самого начала полевая станция «Смычка» притягивала сюда исследователей из других научных организаций и студентов из университетов. Здесь в середине 1970-х действовал стационар географического факультета МГУ по изучению береговых процессов и палеогеографии, и мы помним проф. Е.И. Игнатова, который будучи тогда молодым исследователем, внес неоценимый вклад в изучение береговой зоны Сихотэ-Алинского биосферного района.



Рис. 1. Эстуарий р. Рудная. Фото А. Шпатак

Fig. 1. Estuary of Rudnaya River. Photo by A. Shpatak



Рис. 2. НЭС «Смычка»

Fig. 2. SES "Smichka"





**Рис. 3.** Открытие Научно-экспериментальной станции «Смычка» (размещение вывески)

**Fig. 3.** Opening of the Scientific Experimental Station "Smychka" (installation of a sign)

Сотрудничество двух полевых станций было тесным и взаимодополняющим. Это отметил академик И.П. Герасимов, директор Института географии АН СССР, когда в 1978 г. накануне Конгресса Тихоокеанской научной ассоциации в г. Хабаровск принял участие в полевом семинаре на ст. «Смычка».

Полевая станция «Смычка» с самого начала была и остается местом практики студентов из многих университетов страны, прежде всего из Дальневосточного и Московского. Полагаем, что через нее прошли сотни студентов, многие из которых впоследствии стали известными учеными, кандидатами наук и докторами наук.

С 1975 г. бессменным руководителем станции является Алексей Петрович Копцев. Он взял на себя ответственность и весь груз работ по строительству, охране и развитию станции. Почти 50 лет жизни, целиком отданные интересам сохранения и развития станции «Смычка», это достойный пример служения делу и преданности интересам науки в условиях тотальных перемен, неопределенностей и трудностей.

В настоящее время станция имеет два лабораторных корпуса, 8 жилых домов для размещения до 50 научных сотрудников, в т.ч. 20 в круглогодичном варианте, для проведения исследований имеется необходимый комплекс инфраструктурного обеспечения. НЭС «Смычка» на момент создания была укомплектована современными на то время комплексными химико-аналитическими лабораториями производства Венгрии, Германии и СССР.

**Исследования эколого-геохимического состояния разноранговых геосистем как основы геосистемного мониторинга.** В результате многолетних комплексных исследований на НЭС «Смычка» на основе системного подхода получены следующие важные результаты:

- изучена геохимия и состояние разноранговых геосистем юга Дальнего Востока; установлены закономерности выноса элементов в окраинные моря Тихого океана; разработана программа комплексного геосистемного мониторинга для Сихотэ-Алинского биосферного района [1, 5–7];
- выполнены исследования по оценке эколого-геохимического состояния и загрязнения природной среды в основных горно-рудных районах Приморского и Хабаровского краев, получена принципиальная количественная модель воздействия пылегазовых выбросов предприятий горно-металлургического и горно-химического типов на геохимию и состояние различных ландшафтов [2, 5–15];
- установлены модули аэротехногенного давления на ландшафты, степень аккумуляции поллютантов в основных компонентах ландшафта; показано, что изменение состава и геохимии входного аэрального потока вещества ведет к трансформации функционирования геосистемы и негативной перестройке ее структуры [15–17];
- в рамках исследований по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ ЮНЕСКО), выполнявшихся в 1980–1990-х гг., проведены работы по обоснованию, организации и ведению геосистемного мониторинга Сихотэ-Алинского биосферного района в зоне сотрудничества и его ядре [3, 4, 6, 18, 19].

Цели и задачи мониторинга определили основные критерии выбора объектов наблюдения, частоты и времени наблюдений, территориального размещения их пунктов.

1. Критерий чувствительности. Оперативный прогноз и оперативное управление возможно лишь в том случае, если слежение будет достаточно чувствительно к изменению

окружающей среды, т.е. в ходе слежения должны фиксироваться даже незначительные изменения наблюдаемых переменных.

2. Критерий селективности. Задачи прогноза и управления определяют необходимость селективного слежения, т.е. его система должна обеспечить не только общую оценку изменения среды, но и выявить конкретные ее причины и факторы.

3. Критерий репрезентативности. Результаты прогноза и выработки стратегии управления должны быть приемлемы для достаточно большой территории, что требует репрезентативности результатов слежения.

4. Критерий экономической эффективности. Вся организация мониторинга должна быть такой, чтобы при минимуме наблюдений и при их минимальной стоимости обеспечить полное выполнение трех первых условий.

Изложенные критерии были положены в основу выбора методов исследований. Поскольку основная опасность нежелательных изменений состояния биосферы связывается с глобальными климатическими изменениями, а также региональным и локальным техногенным воздействиями, прежде всего с изменением газового состава атмосферы, главное внимание уделялось оценке реакций экосистем и их компонентов на изменения климата и загрязнения продуктами техногенеза [20]. Исходя из основной задачи мониторинга – максимально раннего предупреждения последствий воздействий – применялись наиболее чувствительные методы наблюдения, что потребовало в том числе использования разнообразных элементов-индикаторов (в первую очередь биоиндикаторов состояния среды) [21–24].

В список задач входили выяснение генезиса геосистем (выявление унаследованных реликтовых состояний ее компонентов), получение четкого представления об изменениях окружающей среды, отдельных ее компонентов и в конечном счете – разработка сценариев развития геосистем в будущем. При этом главное внимание было направлено на изучение текущего состояния геосистемы, хозяйственной деятельности в биосферном районе и собственно заповеднике, выявление элементарных процессов в окружающей среде, типов хозяйственного использования [25].

В качестве основного макрообъекта при организации режимных наблюдений был принят бассейн первого порядка с набором основных экосистем. Такой подход позволил изучить общие реакции пространственно-связанной совокупности их элементов на внешние возмущения, углубить и расширить наблюдения. Детальные исследования такого профиля главным образом велись в Кавалеровском районе на модельных бассейнах (под руководством д.г.н. Ю.Г. Пузаченко) [6, 26–29].

Особенно интенсивными и необычайно интересными были подобные исследования 1972–1990 гг. Изучалась экология доминантов древесного яруса в прибрежной и континентальной части района исследований. На протяжении многих лет проводились фенологические наблюдения по профилю п. Хрустальный – п. Смычка от континентальной части до морского побережья. На территории Дальнегорского района у мыса Китовое Ребро было выявлено редкое растительное сообщество – еловый лес с высоким участием тиса, объявленный в 1985 г. памятником природы [27]. Исследовались особенности сукцессий в поясе еловых лесов после пожаров, влияние низовых пожаров на состояние лишайников в поясе дубовых лесов [30].

Оценено изменение лесного фонда на территории Кавалеровского, Дальнегорского и Тернейского районов за 1910–1963 гг. [31]. Итоги работы института и его двух стационаров за 10 лет были подведены Ю.Г. Пузаченко [32]. Собранные на территории Дальнегорского района материалы по растительности вошли в базу данных по оценке пространственно-временной структуры экосистем Дальневосточного региона [28].

В пределах бассейнов комплексные наблюдения организовывались в типичных пространственно сопряженных сериях гидро-лито-геохимического ряда экосистем (катен), включая аквальные ландшафты.

Организация комплексных наблюдений за избранными объектами мониторинга является узловой проблемой всех исследований, что определило широкое использование методов дистанционного зондирования, когда объектами наблюдений являются в конечном итоге отдельные характеристики элементов экосистем и процессов.

**Исследования в прибрежных водах Японского моря** были составной частью работ, выполнявшихся по программам НИР на базе НЭС «Смычка» [1, 33–35], они включали наблюдения в прибрежной части Японского моря за следующими компонентами и процессами:

- геохимическими параметрами прибрежных вод и донных отложений;
- биотическими компонентами (биоиндикаторами состояния морской среды);
- биогеохимическими процессами в зоне смешения пресных и морских вод.

Изменения свойств этих процессов требуют различных сроков, выявляются разными методами, но все они, как правило, взаимосвязаны, и лишь их комбинация позволяет получить интегральные показатели изменения геосистем.

Во время исследований в специфической зоне предстояло решить комплекс следующих задач.

1. Выявить особенности формирования донных отложений в бухтах района исследований, в т.ч. изучить процессы накопления элементов загрязнителей в прибрежных акваториях, включая зоны смешения речных и морских вод, в фоновых условиях и в условиях выноса продуктов загрязнения с речным стоком.

2. Изучить содержание тяжелых металлов в массовых видах бентосных макроводорослей и моллюсков, обитающих на материковом и островном мелководье периферийной зоны западной части Тихого океана в условиях различного антропогенного воздействия. На основе этого определить влияние факторов среды и особенностей организмов на накопление металлов и их распределение в тканях моллюсков и слоевищах водорослей. Исследовать характер биоаккумуляции элементов и выяснить ассимилируемые организмами формы металлов.

3. Сравнить концентрации металлов в индикаторных организмах и систематически близких видах из прибрежных вод Атлантики и Пацифики и охарактеризовать химико-экологические условия в отдельных регионах и морских акваториях Северного полушария и западной периферии Тихого океана.

4. Обосновать и систематизировать свойства организмов-индикаторов как интеграторов химического состояния морской среды. Составить список морских организмов-индикаторов, рекомендуемых для осуществления контроля загрязненности среды тяжелыми металлами в разных климатических зонах западной Пацифики.

5. Выявить специализацию разных видов водорослей в концентрировании определенных металлов, которая связана как с физико-химическим состоянием элементов в воде, так и с биосорбционными свойствами макрофитов.

6. На основе сравнения содержания тяжелых металлов в фукусах Атлантики и Пацифики определить степень загрязненности прибрежных вод отдельных районов Северного полушария и охарактеризовать региональную фоновую и импактную ситуации в среде.

На стационаре «Смычка» в 1990–1993 гг. впервые были проведены исследования для разработки программы устойчивого развития (природопользования) для районного уровня [36]. Полученные результаты были положены в обоснование схемы развития Дальнегорского района. В ее составе проведена разработка системы экологических ограничений, формирующихся как под воздействием природных, так и антропогенных факторов. Разработана концепция и обоснован вариант оптимальной территориальной организации социально-производственного комплекса долины р. Рудная, экономически эффективный и экологически приемлемый. Этот рациональный вариант для Дальнегорского района (в пределах долины р. Рудная) был разработан с учетом экологических и некоторых других ограничений (схема перспективного расселения и использования земель). Полученные

результаты были положены в обоснование схемы развития ряда других муниципальных образований юга Дальнего Востока РФ.

В рамках данной работы также была изучена медико-экологическая ситуация в районе, в том числе медико-генетические аспекты, структура заболеваемости, проведено расширенное обследование всех жителей, относящихся к группам риска, и разработаны методы медико-социальной реабилитации. Совместно со специалистами ТИБОХ ДВО РАН проведен комплекс мероприятий, включая использование специальных пищевых добавок, направленных на оздоровление населения Дальнегорского района, опыт этих работ был позднее тиражирован для ряда районов горно-рудной деятельности в пределах Дальнего Востока.

После 2000-х гг. научно-исследовательские работы выполнялись в рамках программ Президиума РАН и Президиума ДВО РАН, в т.ч. Программы Президиума РАН «Природная среда России: адаптивные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики»<sup>1</sup>; Программ Отделения наук о Земле РАН «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов»<sup>2</sup> и «Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике» (2012–2014 гг.)<sup>3</sup>.

Среди других основных результатов исследований на базе НЭС «Смычка» следует отметить:

- оценена многолетняя динамика изменения геохимических характеристик стока р. Рудная и концентрации металлов-загрязнителей в компонентах прибрежно-морских экосистем, а также динамика и масштабы аэрального переноса металлов по изменению их концентрации в колонках донных отложений оз. Васьковское;

- впервые получена информация о трансграничном атмосферном переносе загрязняющих веществ и их выпадении на территории Среднего Сихотэ-Алиня (совместно с ДВНИИ Госкомгидромета);

- определена история развития геосистем района в течение голоцена, выявлен ряд последовательностей смен растительного покрова в зависимости от изменения климата и изменений верхней границы леса, определены сценарии развития геосистем в будущем;

- на фоне глобальных изменений природной среды оценена тенденция более коротко-периодных изменений климата;

- проведена инвентаризация современного состояния геосистем, процессов их определяющих, в том числе и по отдельным компонентам:

- а) изучены склоновые процессы и проведено районирование территории по интенсивности проявления экзогенных рельефообразующих процессов;

- б) выявлены особенности динамики современного растительного покрова на основе построения в картографической интерпретации в среднем масштабе эмпирической модели лесной растительности Среднего Сихоте-Алиня;

- в) разработаны методы мониторинга состояния экосистем по орнитофауне и почвенным беспозвоночным;

---

<sup>1</sup> Проект «Основные тенденции изменения природной среды Дальнего Востока России в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики в Северо-Восточной Азии».

<sup>2</sup> «Географические основы устойчивого развития прибрежно-морских зон российского Дальнего Востока»; «Географические факторы и ограничения устойчивого развития Дальнего Востока Российской Федерации»; «Климатические факторы, определяющие интенсивность трансграничного атмосферного переноса загрязняющих веществ и их влияние на устойчивость развития юга Дальневосточного региона России»; «Современные геоморфологические процессы и системы урбанизированных территорий российского Дальнего Востока: оценка активности процессов и устойчивости геоморфологических систем, вероятности опасных геоморфологических событий, прогноз развития»; «Экспериментальные исследования процессов формирования паводочного и межженного стока рек в зоне муссонного климата».

<sup>3</sup> «Оценка качества водных ресурсов юга Дальнего Востока по комплексу гидрохимических, биогеохимических и гидробиологических индикаторов, отражающих изменение природно-климатических и антропогенных факторов, включая трансграничные».

- г) детально изучены современные климатические условия района и процессы, определяющие условия переноса и накопления загрязнителей;
- д) определен возможный вклад крупных региональных источников загрязнения через дальний тропосферный перенос;
- е) установлены фоновые геохимические характеристики геосистем и определена степень современного воздействия локальных местных источников;
- ж) проведен анализ современной хозяйственной деятельности и степени ее воздействия на природную среду», а также определены перспективы дальнейшего промышленного развития;
- з) разработана методика комплексного мониторинга в прибрежно-морской акватории района, выявлены виды – биоиндикаторы состояния среды;
- и) на основании полученных результатов сделаны методические выводы по организации геосистемного мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе, а также обоснование территориальной сети биосферных пикетов.

### **Заключение**

С 1970-х гг. НЭС «Смычка» является центром академических и вузовских исследований в Среднем Сихотэ-Алинском районе. На стационаре НЭС «Смычка» проводили и проводят в настоящее время исследования коллеги институтов ДВО РАН, географического и почвенного факультетов МГУ (Москва), ДВФУ (Владивосток), других институтов России, а также зарубежные ученые из США, Китая, Японии, Болгарии и других стран. Стационар используется для учебных и производственных практик, прежде всего студентов ДВФУ, а также иных учебных заведений Дальнего Востока, Сибири и европейской части РФ. В середине 1990-х гг. здесь проходили практику студенты нескольких университетов США.

Исследования на НЭС «Смычка», как и на других стационарах ТИГ ДВО РАН, были сконцентрированы в первую очередь на оценке влияния глобальных климатических и социально-экономических процессов на функционирование геосистем региона, в случае НЭС – в условиях горного и прибрежно-морских типов геосистем. Результаты исследований опубликованы в монографиях, а также более чем в 400 российских и зарубежных публикациях.

С учетом полученных результатов и стоящих перед институтом задач исследования на НЭС «Смычка» ТИГ ДВО РАН будут сконцентрированы на оценке влияния глобальных климатических и социально-экономических процессов на формирование устойчивого природопользования в условиях горного и прибрежно-морских типов геосистем.

В рамках работ по научному сопровождению геосистемного мониторинга Сихотэ-Алинского биосферного района будут продолжены исследования по обоснованию, организации и ведению геосистемного мониторинга в зоне сотрудничества и ядре биосферного района. Эти работы будут базироваться прежде всего на данных, полученных по вышеназванным проектам в рамках Программ РАН и ДВО РАН.

### **Литература**

1. Баденков Ю.П. Задачи геохимии в изучении процессов воздействия обществ на окружающую среду // Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека / отв. ред. Ю.П. Баденков. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 3–16.
2. Баденков Ю.П., Пузаченко Ю.Г. Принципы организации региональных биосферных станций (из опыта работы Сихотэ-Алинского стационара) // Сихотэ-Алинский биосферный район. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 6–18.
3. Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга / отв. ред. А.М. Ивлев, Ю.П. Баденков. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. 139 с.

4. Сихотэ-Алинский биосферный район: фоновое состояние природных компонентов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. 125 с.
5. Шулькин В.М., Коженкова С.И., Чернова Е.Н., Христофорова Н.К. Металлы в различных компонентах прибрежно-морских экосистем Сихотэ-Алинского биосферного района // Геоэкология. 2003. № 4. С. 318–327.
6. Kachur A.N. Scientific researches in the Station "Smichka" // The 7-th meeting of UNESCO-MAB East Asian Biosphere Network. Capacity Building for Sustainable Management of East Asia Biosphere Reserves. Editors Bolshakov V., Baklanov P., Kachur A. and others. UNESCO, Vladovostok: DalNauka, 2002. P. 46–48.
7. Von Braun M.C., Von Lindern I.H., Khristoforova N.K., Kachur A.H., Elpatyevsky P.V., Elpatyevskaya V.P., Spalinger S.M. Environmental lead contamination in the Rudnaya Pristan-Dalnegorsk mining and smelter district, Russian Far East // Environmental Research. Section A. 2002. Vol. 88. P. 164–173.
8. Елпатьевский П.В. Химический состав снеговых вод и его изменение техногенными факторами // Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека. Владивосток. ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 48–56.
9. Елпатьевский П.В., Аржанова В.С. Поглощение химических элементов древесной растительностью в различных эколого-геохимических условиях // География и природные ресурсы. 1985. № 3. С. 117–125.
10. Елпатьевский П.В., Аржанова В.С., Кравцова В.М., Толстова Л.М. Геохимическая дендрохронология фоновых и импортных эколого-геохимических условий // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. Вып. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 327–341.
11. Елпатьевский П.В., Нестеров В.Н. Химический состав атмосферных осадков Сихотэ-Алинского биосферного заповедника как показатель фоновых характеристик атмосферы // Прикладные аспекты программы «Человек и биосфера». М.: Изд. Советского комитета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера», 1983. С. 196–212.
12. Елпатьевский П.В., Филатова Л.Д. Почвенная фауна в аномальных эколого-геохимических условиях // География и природные ресурсы. 1988. № 1. С. 92–97.
13. Шулькин В.М., Чернова Е.Н., Христофорова Н.К., Коженкова С.И. Влияние горнорудной деятельности на изменение химического состава компонентов водных экосистем // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, Геоэкология. 2014, № 6. С. 483–494.
14. Kachur A.N., Arzhanova V.S., Elpatyevsky P.V., Margrit C. von Braun., Ian H. von Lindern. Environmental conditions in the Rudnaya River watershed – a compilation of Soviet and post-Soviet era sampling around a lead smelter in the Russian Far East // The Sciences of The Total Environment. 2003. Vol. 303, iss. 1–2. P. 171–185.
15. Качур А.Н. Некоторые особенности химического состава атмосферных осадков в связи с техногенезом // Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 28–47.
16. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез. М.: Наука, 1990. 198 с.
17. Кондратьев И.И., Качур А.Н. Роль орографических и климатических факторов в формировании химического состава снежного покрова Сихотэ-Алинского биосферного региона // География и природные ресурсы. 2004. № 1. С. 112–117.
18. Пузаченко Ю.Г. Динамика биоценозов в районе Сихотэ-Алинского биосферного заповедника // Биосферные заповедники: труды II советско-американского симпозиума. США, Флорида, национальный парк Эверглейдс, 10–15 марта 1980. Л.: Гидрометеиздат, 1982. С. 60–85.
19. Сихотэ-Алинский биосферный район: производственно-природные отношения. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 140 с.
20. Kachur A.N., Kondratyev I.I. Variability of a chemical composition of the snow covers in a background areas of Sikhote-Alin as an index of the trans-boundary transfer of contamination // Report on Amur-Okhotsk Project. N 2, Research Institute for Humanity and Nature. Kyoto, Japan, December 2004. P. 117–130.
21. Баденкова С.В., Княжева Л.А., Кононова И.Ф. Опыт лишеноиндикации загрязнения ландшафтов восточного Сихотэ-Алия // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 128–135.
22. Белая С.А., Христофорова Н.К., Кобзарь А.Д. Химико-экологическая характеристика водотоков и водоемов Сихотэ-Алинского биосферного заповедника // Проблемы региональной экологии. 2012. № 4. С. 47–54.
23. Кудрявцева Е.П., Скирина И.Ф. О влиянии пирогенного фактора на флору эпифитных лишайников дубовых лесов Сихотэ-Алинского биосферного района // География и природные ресурсы. 1988. № 2. С. 176–178.
24. Христофорова Н.К. Биоиндикация и биомониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. Л.: Наука, 1989. 192 с.
25. Kachur A. Environmental condition in the Rudnaya River Watershed in the Russian Far East // LOICS Reports & Studies, N 26, Texel, The Netherlands, 2002. P. 159–163.
26. Киселев А.Н. Прогнозное биогеографическое картографирование М.: Наука, 1985. 104 с.
27. Киселев А.Н. Географические аспекты оценки биоразнообразия. Владивосток: Дальнаука, 1997. 62 с.
28. Киселев А.Н. Пространственно-временная структура экосистем Дальневосточного региона. Владивосток: Дальнаука, 2002. 304 с.
29. Кудрявцева Е.П., Базарова В.Б., Ляцевская М.С., Мохова Л.М. Амброзия полыннолистная: современное распространение, структура сообществ и присутствие в голоценовых отложениях Приморского края (юг Даль-

него Востока России) // Комаровские чтения. Вып. 66. Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2018. С. 125–146.

30. Кудрявцева Е.П. Вторичные сукцессии в высокогорных ельниках Среднего Сихотэ-Алиня // Структурная организация компонентов биогеосистем (сравнительный и количественный анализ). Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 56–66.

31. Петропавловский Б.С. Антропогенное изменение структуры лесного фонда восточного макросклона Среднего Сихотэ-Алиня // Ботанические исследования на Дальнем Востоке: труды Биолого-почвенного института. Т. 51 (154). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 116–119.

32. Пузаченко Ю.Г., Скулкин В.С. Структура растительности лесной зоны СССР. М.: Наука, 1981. 274 с.

33. Шулькин В.М. Техногенные и природные факторы, контролирующие состав донных отложений оз. Васьковское, восточный Сихотэ-Алинь // Тихоокеанская география. 2021. № 2. С. 65–73.

34. Христофорова Н.К., Кобзарь А.Д. Мониторинг загрязнения бухты Рудной (Японское море) по содержанию металлов в бурых водорослях // Биология моря. 2019. № 2. С. 1–8.

35. Shulkin V.M. Pollution of the coastal bottom sediments at the Middle Primorie (Russia) due to mining activity // Environmental Pollution. 1998. Vol. 101. P. 401–404.

36. Сихотэ-Алинский биосферный район: производственно-природные отношения. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 140 с.

## References

1. Badenkov, Yu.P. The tasks of geochemistry in the study of the processes of the impact of societies on the environment. In *Geochemistry of the hypergenesis zone and technical human activity*. Ed. Badenkov Yu.P. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1976, 3–16. (In Russian)

2. Badenkov, Yu.P.; Puzachenko, Yu.G. Principles of organizing regional biospheric stations (from the experience of the Sikhote-Alin station). In *Sikhote-Alin biospheric region*. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1981. pp. 6-18. (In Russian).

3. Sikhote-Alin biospheric region: principles and methods of ecological monitoring / Ed. Ivlev A.M, Badenkov Yu.P. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1981; 139 p. (In Russian)

4. Sikhote-Alin biosphere region: Background state of natural components. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1978; 125 p. (In Russian)

5. Shulkin, V.M.; Kozhenkova, S.I.; Chernova, E.N.; Khristoforova, N.K. Metals in various components of the coastal marine ecosystems of the Sikhote-Alin biosphere region. *Geoecology*. 2003, 4, 318-327. (In Russian)

6. Kachur, A.N. Scientific researches in the Station “Smichka”. In *The 7-th meeting of UNESCO-MAB East Asian Biosphere Network. Capacity Building for Sustainable Management of East Asia Biosphere Reserves*. Editors Bolshakov V., Baklanov P., Kachur A. and others. UNESCO. Dalnauka: Vladivostok, 2002, 46-48. (In Russian)

7. Von Braun, M.C.; Von Lindern, I.H.; Khristoforova, N.K.; Kachur, A.H.; Elpatyevsky, P.V.; Elpatyevskaya, V.P.; Spalinger, S.M. Environmental lead contamination in the Rudnaya Pristan-Dalnegorsk mining and smelter district, Russian Far East. *Environmental Research. Section A*. 2002, 88, 164-173.

8. Elpatyevsky, P.V. The chemical composition of snow waters and its change by technogenic factors. In *Geochemistry of the hypergenesis zone and human technical activity*. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1976, 48-56. (In Russian)

9. Elpatyevsky, P.V.; Arzhanova, V.S. Absorption of chemical elements by woody vegetation in various ecological and geochemical conditions. *Geography and natural resources*. 1985, 3, 117-125. (In Russian)

10. Elpatyevsky, P.V.; Arzhanova, V.S.; Kravstova, V.M.; Tolstova, L.M. Geochemical dendrochronology at the background and impact conditions. In *Monitoring of the background environmental contamination*. Vol. 4. Hydrometeoizdat: Leningrad, 1987, 327-341. (In Russian)

11. Elpatyevsky, P.V.; Nesterov, V.N. Chemical composition of the atmospheric deposition within Sikhote-Alin reserve as an indicator of background atmospheric conditions. In *Applied aspects of the “Man and Biosphere” Program*. Russian Committee on the UNESCO program “Man and Biosphere”: Moscow, 1983, 196-212. (In Russian)

12. Elpatyevsky, P.V.; Filatova, L.D. Soil infauna at the anomaly ecological and geochemical conditions. *Geography and natural resources*. 1988, 1, 92-97. (In Russian)

13. Shulkin, V.M.; Chernova, E.N.; Khristoforova, N.K.; Kozhenkova, S.I. Influence of mining activity on the chemical composition of water ecosystems. *Geoecology*. 2014, 6, 483–494. (In Russian)

14. Kachur, A.N.; Arzhanova, V.S.; Elpatyevsky, P.V.; Margrit C. von Braun.; Ian H., Von Lindern. Environmental conditions in the Rudnaya River watershed – a compilation of Soviet and post-Soviet era sampling around a lead smelter in the Russian Far East. *The Sciences of The Total Environment*. 2003, 303(1-2), 171-185.

15. Kachur, A.N. Some features of the chemical composition of atmospheric depositions due to anthropogenic influence. In *Geochemistry of landscapes and technogenic activity*. Ed. Badenkov Yu.P. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1976, 28-47. (In Russian)

16. Arzhanova, V.S.; Elpatyevsky, P.V. Geochemistry of landscapes and technogenez. Nauka: Moscow, 1990; 198 p. (In Russian).

17. Kondratyev, I.I.; Kachur, A.N. The role of orographic and climatic factors in the snow cover formatting within Sikhote-Alin area. *Geography and natural resources*. 2004, 1, 112-117. (In Russian)
18. Puzachenko, Yu.G. Dynamic of biocenosis within Sikhote-Alin biosphere reserve. In *Biosphere Reserves. Proceedings of 2<sup>nd</sup> USSP-USA symposium*. USA, Florida, Everglades, 10-15 March, 1980. Hydrometeoizdat: Leningrad, 1980, 60-85. (In Russian)
19. Sikhote-Alin biosphere area: nature-industry relationship. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1991; 140 p. (In Russian)
20. Kachur, A.N.; Kondratyev, I.I. Variability of a chemical composition of snow covers in background areas of Sikhote-Alin as an index of the trans-boundary transfer of contamination. In *Report on Amur-Okhotsk Project. № 2*. Research Institute for Humanity and Nature. Kyoto, Japan, December 2004, 117-130.
21. Badenkova, S.V.; Kniazheva, L.A.; Kononova, I.F. Lihenoindication of the landscape contamination within eastern Sikhote-Alin. In *Sikhote-Alin biosphere area: principles and methods of the ecological monitoring*. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1981, 128-135. (In Russian)
22. Belaya, S.A.; Khristoforova, N.K.; Kobzar, A.D. Chemical-ecological characteristic of the streams and lakes within Sikhote-Alin biosphere reserve. *Problems of the regional ecology*. 2012, 4, 47-54. (In Russian)
23. Kudryavtceva, E.P.; Skirina, I.F. On the influence of the pyrogenic factor on the epiphyte lichens from the oak forests of the Sikhote-Alin biosphere area. *Geography and natural resources*. 1988, 2, 176-178. (In Russian)
24. Khristoforova, N.K. Bioindication and biomonitoring of the pollution of sea waters by heavy metals. Nauka: Leningrad, Russia, 1989; 192 p. (In Russian)
25. Kachur A. Environmental condition in the Rudnaya River Watershed in the Russian Far East. In *LOICS Reports & Studies*, Texel: The Netherlands, 2002, 26, 159-163.
26. Kiselyov, A.N. Prognostic biogeographical mapping. Nauka: Moscow, Russia, 1985; 104 p. (In Russian)
27. Kiselyov, A.N. Geographical aspects at the assessment of the biodiversity. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1997; 62 p. (In Russian)
28. Kiselyov, A.N. Spatial temporal structure of the ecosystems of Russian Far East region. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2002; 304 p. (In Russian)
29. Kudryavtceva, E.P.; Bazarova, V.B.; Lyashchevskaya, M.C.; Mokhova, L.M. Ambrosia artemisiifolia: current distribution, population structure, and abundance in the Holocene depositions within Primorye region (south of Russian Far East). In *Komarov's reading*. Vol. 66. Biodiversity FSC FEBRAS: Vladivostok, Russia, 2018, 125-146. (In Russian)
30. Kudryavtceva, E.P. Secondary successions in the highland spruce forests of the middle Sikhote-Alin. In *Structure of the biogeosystems (comparative and quantitative analysis)*. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, 1988, 56-66. (In Russian)
31. Petropavlovsky, B.S. Anthropogenic change in the structure of the forest fund of the eastern macro slope of Middle Sikhote-Alin. In *Botanical research in the Russian Far East*. Proceedings of the Biology and Soil Institute of the Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, 1978, 51(154), 116-119. (In Russian)
32. Puzachenko, Yu.G.; Skulkin, V.S. Structure of the vegetation in forest zone of the USSR. Nauka: Moscow, 1981; 274 p. (In Russian)
33. Shulkin, V.M. Anthropogenic and natural factors controlling composition of the bottom sediments of Vaskovskoe Lake, eastern Sikhote-Alin. *Pacific Geography*, 2021, 2, 65-73. (In Russian)
34. Khristoforova, N.K.; Kobzar, A.D. Monitoring of the contamination of Rudnaya Bight (Sea of Japan) by heavy metals content in the brown seaweeds. *Russian J. of Mar. Biology*. 2019, 2, 1-8. (In Russian)
35. Shulkin, V.M. Pollution of the coastal bottom sediments at Middle Primorye (Russia) due to mining activity. *Environmental Pollution*. 1998, 101, 401-404.
36. Sikhote-Alin biosphere area: relationships between human activities and nature. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1991; 140 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 08.09.2022; одобрена после рецензирования 02.11.2022; принята к публикации 14.11.2022.

The article was submitted 08.09.2022; approved after reviewing 02.11.2022; accepted for publication 14.11.2022.





## Исследование пространственно-временного распределения общего индекса патогенности климата Приморского края за 2011–2020 гг.

Ирина Альбертовна ЛИСИНА  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
lisina.ia@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-9411>

Любовь Николаевна ВАСИЛЕВСКАЯ  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
vasilevskaya.ln@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3241-7444>

Ольга Игоревна ЛЕБЕДЕВА  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6719-9363>

Дарья Игоревна ВОЛКОВА  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-5743-3961>

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты пространственно-временного анализа общего индекса патогенности (разработанного Г.Д. Латышевым и В.Г. Бокша) для территории Приморского края за период 2011–2020 гг. Исходными материалами послужили данные восьмисрочных наблюдений на 11 метеорологических станциях. В результате исследования определились две группы станций по годовому ходу метеоклиматического индекса: континентальные и прибрежные. Общим показателем для них являются высокие (некомфортные) значения индексов в холодное время года. Однако на прибрежных станциях подобные некомфортные условия создаются еще в мае–июле. Наиболее комфортные оптимальные условия для организма человека наблюдаются на станциях континентальной группы в теплую часть года с апреля по октябрь, а для прибрежной группы – в сентябре–октябре и в марте–апреле. Самые неблагоприятные воздействия погодных условий на самочувствие и здоровье человека наблюдаются в г. Владивосток, где наиболее часто проявляется одновременное сочетание самых высоких частных слагаемых клинического индекса погоды, что объясняется особыми физико-географическими условиями месторасположения этой станции и резкой выраженностью как зимней, так и летней фазы дальневосточного муссона. Для трех городов (Владивосток, Уссурийск, Дальнереченск) составлен календарь максимальных и минимальных клинических индексов погоды и определены основные причины данной экстремальности. Наиболее неблагоприятными для Владивостока оказались июль 2013 г., июнь 2016 г. и март–апрель 2018 г. В п. Тимирязевский это январь 2013 г. и август–сентябрь 2020 г., а в Дальнереченске – январь 2011 г., декабрь 2014 г. и август 2019 г.

**Ключевые слова:** индексы патогенности, комфортность климата, экстремальные метеоклиматические индексы, Приморский край.

**Для цитирования:** Лисина И.А., Василевская Л.Н., Лебедева О.И., Волкова Д.И. Исследование пространственно-временного распределения общего индекса патогенности климата Приморского края за 2011–2020 гг. // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 72–81. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_7](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_7). EDN: DTXNIU.

Original article

## **A study of the spatial and temporal distribution of the total climate pathogenicity index of Primorsky Krai for 2011–2020**

Irina A. LISINA

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia  
[lisina.ia@dvfu.ru](mailto:lisina.ia@dvfu.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6903-9411>

Iubov' N. VASILEVSKAYA

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia  
[vasilevskaya.ln@dvfu.ru](mailto:vasilevskaya.ln@dvfu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3241-7444>

Ol'ga I. LEBEDEVA

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-6719-9363>

Darya I. VOLKOVA

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-5743-3961>

**Abstract.** In this article a spatio-temporal analysis of the general pathogenicity index (developed by G.D. Latsyshev and V.G. Boksha) for the territory of Primorsky Krai in the period of 2011–2020 was carried out. Data of eight long-term observations at 11 meteorological stations served as the initial materials. As a result, two groups of stations were identified according to the annual course of the meteorological index: continental and coastal. The common indicator for both are high (uncomfortable) index values in the cold season. However, at coastal stations such uncomfortable conditions take place as early as May–July. The most comfortable optimal conditions for the human organism are observed at stations of the continental group during the warm part of the year from April to October, and for the coastal group - in September–October and in March–April. The most adverse effects of weather conditions on human health and well-being are created in Vladivostok, where the simultaneous combination of the highest partial components of the clinical weather index is the most frequent, which is explained by special physical and geographical conditions of this station location and sharpness of both winter and summer phases of the Far East monsoon. A calendar of maximum and minimum clinical weather indices was compiled for three cities (Vladivostok, Ussuriysk, Dalnerechensk), and the main causes of this extremity were determined. The most unfavorable for Vladivostok were July 2013, June 2016 and March–April 2018. In Timiryazevsky it was January 2013 and August–September 2020, and in Dalnerechensk - January 2011, December 2014 and August 2019.

**Keywords:** pathogenicity indices, climate comfort, extreme meteorological indices, Primorsky Krai.

**For citation:** Lisina I.A., Vasilevskaya L.N., Lebedeva I.N., Volkova D.I. A study of the spatial and temporal distribution of the total climate pathogenicity index of Primorsky krai for 2011–2020. *Pacific Geography*. 2022;(4):72–81. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_7](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_7).

## Введение

Различные состояния внешней среды по-разному могут быть оценены в зависимости от цели, которую такая оценка преследует. Природные факторы отдельных территорий, способствуя формированию комфортных условий, являются основой развития внутреннего туризма нашей страны. Приморский край обладает уникальным набором природных факторов: побережье Тихого океана, меридионально ориентированная горная система Сихотэ-Алинь, препятствующая основному зональному переносу воздушных масс, муссонный климат, обширные пространства, занимаемые уссурийской тайгой. Все это, несомненно, представляет интерес для туризма, отдыха и курортного лечения. При этом медицинская оценка погоды и климата имеет немаловажное значение для всех этих видов рекреационных деятельности, т.е. как при курортной терапии, так и во внекурортных условиях [1–3]. Рекомендации на основе такой оценки дают возможность избежать дискомфорта, связанного с климатическими особенностями места проживания и посещения, а также избежать отрицательного влияния метеофакторов на здоровье человека в зависимости от его личных предрасположенностей [4, 5].

Для оценки величины, определяющей степень раздражающего действия погодных факторов на организм человека, разработано немало количество различных показателей [1, 6, 7]. Степень патогенности конкретной метеорологической ситуации, на наш взгляд, наиболее комплексно можно оценить с помощью метеоклиматического индекса (индекс патогенности, клинический индекс погоды). В настоящей работе выполнен пространственно-временной анализ индекса патогенности на территории Приморского края за последнее десятилетие, включающий оценку сезонных и экстремальных показателей.

## Материалы и методы

Для расчета индексов патогенности климата исходными материалами послужили данные восьмисрочных наблюдений за период 2011–2020 гг. с сайта ВНИИГМИ-МЦД (<http://mete.ru/>) [8] на 11 метеорологических станциях, являющихся репрезентативными для определенных районов Приморского края. Станции равномерно расположены по территории и отражают физико-географические и климатические особенности Приморского края и отдельных его районов. Местоположение метеорологических станций, их индексы ВМО и географические координаты представлены на рис. 1.

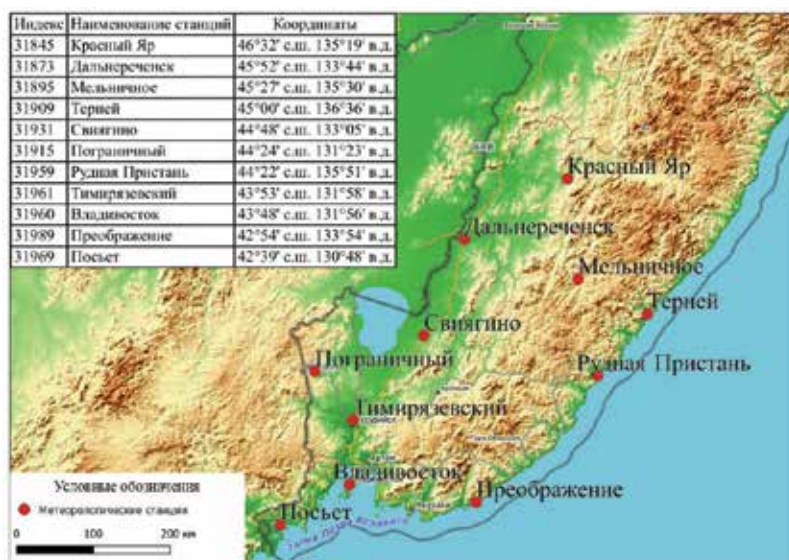


Рис. 1. Метеорологические станции, информация которых использована в работе  
Fig. 1. Meteorological stations whose information was used in the work

Ниже (табл. 1) приведены основные черты климата [9] и высота метеостанций над уровнем моря (станции представлены в порядке расположения с севера на юг).

С целью количественного определения степени раздражающего действия погоды в работе использован общий индекс патогенности ( $I_{\text{общ}}$ ), предложенный Г.Д. Латышевым и В.Г. Бокша [10] и вычисляемый как сумма индексов ( $i_t, i_h, i_v, i_n, i_{\Delta P}, i_{\Delta t}$ ), определенных по основным метеорологическим параметрам: температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, облачность, межсуточная изменчивость атмосферного давления и изменчивость температуры воздуха (1).

$$I_{\text{общ}} = 0,02(18 - t)^2 + 10^{(h - 70)/20} + 0,2v^2 + 0,06n^2 + 0,06 (\Delta P)^2 + 0,3 (\Delta t)^2, \quad (1)$$

где  $t$  – средняя за сутки температура воздуха, °С;  $h$  – среднесуточная относительная влажность, %;  $v$  – среднесуточная скорость ветра, м/с;  $n$  – облачность, баллы (от 0 до 10);  $\Delta P$  – межсуточное изменение атмосферного давления, гПа/сут;  $\Delta t$  – межсуточное изменение температуры воздуха, °С/сут.

Важно отметить, что индекс не характеризует погоду, а описывает кратковременные воздействия погодных условий на самочувствие и здоровье человека. Метеоклиматический индекс пропорционален метеопатическим реакциям. Он используется для медицинской оценки погод: чем значительнее величина индекса, тем более неблагоприятной

Таблица 1

Климатические условия в районе метеостанций и их высота над уровнем моря (H)  
Table 1. Climatic conditions in the area of weather stations and their height above sea level (H)

Пункт наблюдений	Высота над уровнем моря, м	Среднегодовая температура воздуха, °С	Самый холодный месяц года, (t °С)	Самый теплый месяц года, (t °С)	Безморозный период, дней	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднемесячная относительная влажность воздуха, % (месяц)	Преобладающее направление ветра	Средняя годовая скорость ветра, м/с
Красный Яр	128	0.7	I (-23.0)	VII (20.4)	105	884	64 (IV); 85 (VIII)	Юго-западное	1.3
Дальнереченск	97	2.5	I (-20.1)	VII (21.2)	150	642	63 (IV); 83 (VIII)	Юго-западное	3.2
Мельничное	331	0.1	I (-22.5)	VII (19.1)	123	704	67 (IV); 84 (VIII)	Западное	2.2
Терней	51	3.7	I (-12.2)	VII (18.3)	155	832	52 (XII); 90 (VII)	Северо-западное	4.1
Свягино	99	3.4	I (-19.8)	VII (21.3)	150	670	62 (IV); 82 (VIII)	Северное	2.5
Пограничный	217	4.2	I (-14.9)	VII (20.3)	160	605	56 (IV); 82 (VIII)	Западное	2.9
Рудная Пристань	26	3.8	I (-11.6)	VIII (18.4)	151	785	46 (I); 89 (VII)	Западное	3.3
Тимирязевский	32	3.2	I (-19.1)	VIII (20.9)	150	622	65 (IV); 84 (VII)	Южное	3.6
Владивосток	187	5.3	I (-12.4)	VIII (20.7)	185	792	59 (II); 87 (VII)	Северное	2.3
Преображение	44	5.4	I (-8.5)	VIII (19.3)	174	758	44 (I); 89 (VII)	Северное	3.3
Посьет	41	5.9	I (-10.3)	VIII (21.0)	195	704	53 (I); 90 (VII)	Западное	4.1

является метеорологическая ситуация, вызывающая метеопатические (отрицательные) реакции у населения. Оптимальные значения параметров патогенности, при которых возникают минимальные метеопатические реакции: температура воздуха 18 °С, относительная влажность 50 %, скорость ветра 0 м/с, облачность 0 баллов, изменчивость давления 0 гПа/сут, изменчивость температуры 0 °С /сут.

## Результаты и их обсуждение

Первоначально для 11 метеостанций рассчитывались среднесуточные значения всех метеорологических параметров, входящих в расчетную формулу. По этим значениям определялись частные индексы патогенности. Далее вычислялись их среднемесячные значения. Для оценки годового хода и территориальных различий производилось многолетнее осреднение за исследуемый период (рис. 2, 3).

Рассмотренные в работе пункты расположены в континентальной части Приморья (6 пунктов) и на побережье (5 пунктов), что и определило особенности годового хода для этих двух групп. Однако общим для них являются высокие значения индексов патогенности с ноября по февраль. Для континентальных станций индекс, естественно, выше (21–45), нежели для прибрежных (16–33). Объясняется этот факт более низкими температурами в холодное время года к западу от горной системы Сихотэ-Алинь. Годовой ход индекса на континентальных станциях имеет простой вид: с максимумом в декабре–январе и минимумом в июне–сентябре. На прибрежных станциях годовой ход более сложный: выделяются два максимума (основной в декабре–январе, а вторичный в мае–июле) и два минимума (основной в сентябре–октябре, а вторичный в марте–апреле).

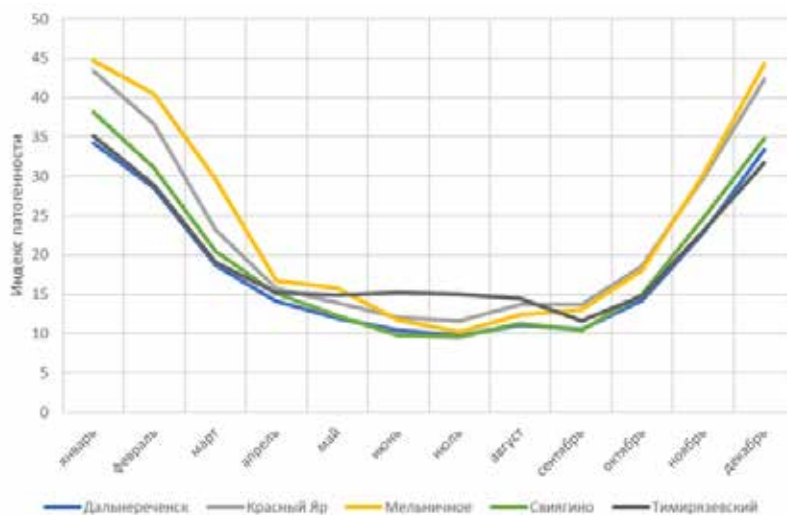


Рис. 2. Годовой ход общего индекса патогенности для группы континентальных станций

Fig. 2. Annual course of the total pathogenicity index for a group of continental stations

Группа континентальных станций характеризуется практически одинаковыми величинами метеоклиматического индекса в течение года независимо от широты расположения пунктов (рис. 1). Несколько худшие (менее благоприятные), по сравнению с другими станциями, патогенные условия характерны для метеостанции Тимирязевский в июне–августе. Это объясняется более южным положением самой станции и проникновением влажных муссонных воздушных масс вдоль долины р. Раздольная. Таким образом, наиболее комфортные оптимальные условия для организма человека в континентальной части



**Рис. 3.** Годовой ход общего индекса патогенности для группы прибрежных станций

**Fig. 3.** Annual course of the total pathogenicity index for a group of coastal stations

Приморского края наблюдаются в теплую часть года с апреля по октябрь. Полученные результаты согласуются с аналогичными исследованиями по территории Приволжского федерального округа [11]. Однако индекс патогенности на приморских станциях летом практически в два раза выше по сравнению с ПФО.

В группе прибрежных станций резко выделяется г. Владивосток, для которого характерна повышенная величина  $I_{общ}$  во все сезоны года. То есть из всех рассмотренных станций именно в г. Владивосток создаются самые неблагоприятные воздействия погодных условий на самочувствие и здоровье человека. Несмотря на схожесть г. Владивосток по климатическим условиям (температура воздуха, атмосферные осадки, относительная влажность, скорость ветра) со станциями, расположенными в прибрежной зоне, именно здесь сочетание наиболее неблагоприятных частных индексов имеет наибольшую частоту появления. В г. Владивосток наиболее часто проявляется одновременное сочетание самых неблагоприятных частных слагаемых климатического индекса погоды. На наш взгляд, это объясняется особыми физико-географическими условиями месторасположения этой станции и резкой выраженностью как зимней, так и летней фазы дальневосточного муссона.

В группу прибрежных станций (см. рис. 2) по формальным признакам годовой динамики индекса патогенности была включена станция Пограничный, расположенная в континентальной части Приморского края. Однако ее высотное положение (217 м над ур. м.) и особые климатические условия (относительно небольшое количество атмосферных осадков и высокие температуры воздуха в летний период) определяют повышенный индекс патогенности в теплый период года по сравнению с другими континентальными станциями.

Для станций прибрежной зоны наиболее благоприятный период для пребывания на территории – сравнительно небольшие промежутки времени в переходные сезоны года: март–апрель и сентябрь–октябрь.

Особый интерес для медицинской климатологии представляют месяцы с максимальным и минимальным индексом патогенности, на основании которых возможно установление зависимости с всплеском или снижением заболеваемости у метеозависимых людей [12–14]. Для трех наиболее густонаселенных пунктов (Владивосток, Усурийск (ст. Тимирязевский), Дальнереченск) составлен календарь экстремальных индексов патогенности (см. табл. 2).

Календарь среднемесячных экстремальных индексов патогенности за 2011–2020 гг.

Table 2. Calendar of monthly average extreme pathogenicity indices for 2011-2020.

Месяц	Станция					
	Дальнереченск		Тимирязевский		Владивосток	
	Максимум, год	Минимум, год	Максимум, год	Минимум, год	Максимум, год	Минимум, год
Январь	<u>40</u> 2011	<u>27</u> 2020	<u>43</u> 2013	<u>26</u> 2019	<u>38</u> 2018	<u>25</u> 2019
Февраль	<u>32</u> 2013	<u>21</u> 2019	<u>33</u> 2013	<u>21</u> 2019	<u>33</u> 2013	<u>21</u> 2019
Март	<u>26</u> 2013	<u>15</u> 2017	<u>25</u> 2013	<u>14</u> 2017	<u>29</u> 2018	<u>16</u> 2017
Апрель	<u>18</u> 2011	<u>11</u> 2014	<u>18</u> 2012	<u>11</u> 2014	<u>27</u> 2018	<u>15</u> 2014
Май	<u>14</u> 2016	<u>10</u> 2020	<u>19</u> 2013	<u>12</u> 2017	<u>37</u> 2013	<u>23</u> 2015
Июнь	<u>14</u> 2020	<u>8</u> 2012	<u>17</u> 2011	<u>13</u> 2014	<u>40</u> 2016	<u>26</u> 2014
Июль	<u>11</u> 2013	<u>8</u> 2017	<u>19</u> 2019	<u>12</u> 2017	<u>40</u> 2013	<u>22</u> 2015
Август	<u>15</u> 2019	<u>8</u> 2014	<u>19</u> 2020	<u>10</u> 2014	<u>36</u> 2020	<u>16</u> 2014
Сентябрь	<u>13</u> 2016	<u>9</u> 2017	<u>18</u> 2020	<u>9</u> 2015	<u>28</u> 2020	<u>12</u> 2015
Октябрь	<u>18</u> 2015	<u>11</u> 2018	<u>18</u> 2014	<u>11</u> 2018	<u>21</u> 2017	<u>14</u> 2018
Ноябрь	<u>29</u> 2017	<u>19</u> 2018	<u>26</u> 2016	<u>17</u> 2018	<u>29</u> 2015	<u>19</u> 2018
Декабрь	<u>40</u> 2014	<u>28</u> 2018	<u>40</u> 2012	<u>27</u> 2020	<u>39</u> 2014	<u>24</u> 2020

Примечание: числитель – индекс патогенности, знаменатель – год.

Для г. Владивосток наиболее неблагоприятными оказались июль 2013 г. и июнь 2016 г. Анализ частных слагаемых  $I_{\text{общ}}$  выявил, что «жесткую» патогенность погоды в эти месяцы определили высокие показатели индексов влажности (23.5 на фоне диапазона средних величин 14–18), скорости ветра (10.8 на фоне диапазона средних величин 5–6) и, в некоторой степени, облачности (7.6 на фоне диапазона средних величин 5–6).

Наиболее высокий индекс патогенности в благоприятный в среднем весенний период (март–апрель) характерен для 2018 г. Эти месяцы были относительно теплыми, однако ветренными, с повышенной облачностью и влажностью, со значительными межсуточными перепадами температуры воздуха и давления.

Что касается осеннего благоприятного периода (сентябрь–октябрь), то самым неблагоприятным был сентябрь 2020 г., характеризующийся очень влажной, облачной и ветреной погодой, со значительными межсуточными изменениями давления. Октябрь 2017 г. был самым холодным за исследуемое десятилетие, к тому же погода определялась повышенной влажностью, облачностью и сильными ветрами.

Для ст. Тимирязевский самым неблагоприятным был январь 2013 г., который оказался аномально холодным на фоне облачной и влажной погоды, в отличие от самого благоприятного за исследуемое десятилетие января 2019 г.

Экстремально высокие значения индекса патогенности в благоприятный сезон (июнь–сентябрь) отличают август–сентябрь 2020 г., что обусловлено повышенной влажностью, облачностью и значительными межсуточными колебаниями давления. Повышенная

величина  $I_{\text{общ}}$  связана с выходом на территорию Приморского края тропических циклонов HAGUPIT, JANGMI, MAYSAK, HAISHEN [8].

Для г. Дальнереченск самыми некомфортными условиями отличались январь 2011 г. и декабрь 2014 г., которые были аномально холодными, кроме того, эти месяцы различались по вкладу частных слагаемых в комплексный метеоклиматический индекс. Так, в январе некомфортность условий обусловлена высокой относительной влажностью воздуха, а в декабре – повышенной облачностью и значительными межсуточными колебаниями атмосферного давления.

Самый высокий индекс патогенности в благоприятный период (июнь–сентябрь) пришелся на август 2019 г., что было обусловлено аномально высокой влажностью и облачностью, что в свою очередь по аналогии с августом 2020 г. в Тимирязевском было вызвано выходом тайфунов LEKIMA и KROSA [15].

Проведенный анализ пространственно-временного распределения общего индекса патогенности выявил общие для Приморского края закономерности влияния погоды и климата на общее физическое состояние человека. Однако следует отметить, что прямое воздействие на организм природных факторов в последние годы существенно усугубляет антропогенное загрязнение воздушного бассейна, которое наиболее выражено на юге Приморского края [16].

### Заключение и выводы

Расчет и анализ индекса патогенности климата для территории Приморского края в масштабе месячного осреднения, выполненный для 11 репрезентативных метеорологических станций, в общих чертах характеризует комфортность погодных условий для проживания человека.

Особые физико-географические условия территории предопределили разделение внутригодового хода метеоклиматического индекса на группу континентальных и прибрежных станций.

Наиболее комфортные оптимальные условия для организма человека (индекс патогенности минимальный) в континентальной части Приморского края наблюдаются в теплую часть года с апреля по октябрь, а неблагоприятные – с декабря по январь. Для прибрежной зоны благоприятен короткий период в переходные сезоны года: март–апрель и сентябрь–октябрь, наиболее неблагоприятными являются декабрь–январь и май–июль. В этой группе самые неблагоприятные воздействия погодных условий на самочувствие и здоровье человека создаются в г. Владивосток (самом крупном населенном пункте края). Среднемесячные значения  $I_{\text{общ}}$  за десятилетний период изменяются в диапазоне от 18.6 до 33.6.

Для трех городов (Владивосток, Уссурийск, Дальнереченск) составлен календарь максимальных и минимальных клинических индексов погоды и определены основные причины данной экстремальности.

### Литература

1. Деркачева Л.Н. Методические подходы к интегральному анализу климатических условий для рекреационных целей // География и природные ресурсы. 2000. № 2. С. 124–130.
2. Ермакова Л.Н., Ермакова Е.С. Влияние метеорологических условий на самочувствие человека // Географический вестник. 2012. № 2 (21). С. 45–52.
3. Щербань Э.А., Заславская Р.М., Логвиненко С.И. и др. Влияние погодных факторов на показатели центральной и периферической гемодинамики у больных с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. 2016. № 12(233), вып.34. С. 43–49.
4. Медико-географические аспекты изучения здоровья населения Дальнего Востока / отв. ред. Н.С. Мотавкина, А.Б. Косолапов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. 188 с.



5. Bauche J.P., Grigorieva E.A., Matzarakis A. Human-Biometeorological Assessment of Urban Structures in Extreme Climate Conditions: The Example of Birobidzhan, Russian Far East // *Advances Meteorol.* 2013. № V. Article ID 749270. 10 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/749270>. (дата обращения: 5.12.2021)
6. Бикмухаметова Л.М. Биоклиматическая оценка комфортности проживания в условиях территории Среднего Приобья // *Экология урбанизированных территорий.* 2019. № 4. С. 66–70.
7. Веремчук Л.В., Минеева Е.Е., Виткина Т.И. [и др.]. Методология интегральной оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и с бронхолегочной патологией // *Л.В. Веремчук // Гигиена и санитария.* 2018. 97(3). С. 269–273.
8. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 12.12.2021).
9. Василевская Л.Н., Лисина И.А., Василевский Д.Н., Агеева С.В., Подвербная Е.Н. Метеорологические условия формирования сильного наводнения в бассейне реки Амур в 2019 году // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы.* 2020. № 2 (376). С. 90–108.
10. Сайт Дальневосточного гидрометеорологического института. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ferhri.ru/> (дата обращения: 12.12.2021).
11. Бокша В.Г. Справочник по климатотерапии. Киев: Здоровья, 1989. 205 с.
12. Переведенцев Ю.П., Аухадеев Т.Р., Антонова А.В., Шанталинский К.М. Оценка степени комфортности территории Приволжского федерального округа для проживания человека // *Российский журнал прикладной экологии.* 2016 № 4. С. 3–7.
13. Сеницын И.С., Георгица И.М., Иванова Т.Г. Биоклиматическая характеристика территории в медико-географических целях // *Ярославский педагогический вестник.* 2013. Т. 3, № 4. С. 279–283.
14. Atsumi A., Ueda K., Irie F., [et al.]. Relationship between cold temperature and cardiovascular mortality, with assessment of effect modification by individual characteristics: Ibaraki prefectural health study // *Circ. J.* 2013. Vol. 77. P. 1854–1861.
15. De Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices // *Int J Biometeorol.* 2015. Vol. 59. P. 109-120. DOI 10.1007/s00484-014-0819-3.
16. Василевский Д.Н., Василевская Л.Н., Лисина И.А., Мушта Б.Б. Анализ загрязнения атмосферы в Приморском крае в 2019-2020 гг. по данным спутникового мониторинга ГМАО/NASA // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы.* 2021. № 4 (382). С. 149–162.

## References

1. Derkacheva, L.N. Methodical approaches to the integral analysis of climatic conditions for recreational purposes. *Geography and natural resources.* 2000, 2, 124 - 130. (In Russian)
2. Ermakova, L.N., Ermakova, E.S. Influence of meteorological conditions on human well-being. *Geographic Bulletin.* 2012, 2 (21), 45-52. (In Russian)
3. Shcherban, E.A.; Zaslavskaya, R.M.; Logvinenko, S.I. et al. Influence of weather factors on indicators of central and peripheral hemodynamics in patients with arterial hypertension and coronary heart disease. *Scientific Bulletin of the BelSU. Ser. The medicine. Pharmacy.* 2016, 12(233), issue 34, 43-49. (In Russian)
4. Medico-geographical aspects of studying the health of the population of the Far East / Ed. ed. N.S. Motavkina, A.B. Kosolapov. FEB of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1987; 188 p. (In Russian)
5. Bauche, J.P.; Grigorieva, E.A.; Matzarakis, A. Human-Biometeorological Assessment of Urban Structures in Extreme Climate Conditions: The Example of Birobidzhan, Russian Far East. *Advances Meteorol.* 2013. V. Article ID 749270. 10 p. Available online: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/749270>. (accessed on 5 December 2021)
6. Bikmukhametova, L.M. Bioclimatic assessment of the comfort of living in the conditions of the territory of the Middle Ob. *Ecology of urban observations.* 2019, 4, 66-70. (In Russian)
7. Veremchuk, L.V.; Mineeva, E.E.; Vitkina T.I. [et al.] Methodology of the integrated assessment of the influence of environmental factors on the functional state of the respiratory organs in healthy individuals and with bronchopulmonary pathology. *Hygiene and sanitation.* 2018, 97(3), 269-273. (In Russian)
8. Website of All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center. Available online: <http://meteo.ru/> (accessed on 12 December 2021). (In Russian)
9. Vasilevskaya, L.N.; Lisina, I.A.; Vasilevsky, D.N.; Ageeva, S.V.; Podverbnaya, E.N. Meteorological conditions for the formation of severe flooding in the Amur River basin in 2019. *Russian Journal of Hydrometeorological studies and forecasts.* 2020, 2(376), 90-108. (In Russian)
10. Website of the Far Eastern Hydrometeorological Institute. Available online: <http://www.ferhri.ru/> (accessed on 12 December 2021). (In Russian)
11. Boksha, V.G. Reference book on climatotherapy. Publishers “Zdorov’ya”: Kiev, USSR, 1989; 205 p. (In Russian)
12. Perevedentsev, U.P.; Aukhadееv, T.R.; Antonova, A.V.; Shantalinskiy, K.M. Assessment of the degree of comfort of the Privolzhsky Federal District for human habitation. *Russian Journal of Applied Ecology.* 2016, 4, 3-7. (In Russian)

13. Sinitsyn, I.S.; Georgita, I.M.; Ivanova, T.G. Bioclimatic characteristics of the territory for medical geographic purposes. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2013, 3(4), 279-283. (In Russian)
14. Atsumi, A.; Ueda K.; Irie F. [et al.] Relationship between cold temperature and cardiovascular mortality, with assessment of effect modification by individual characteristics: Ibaraki prefectural health study. *Circ. J.* 2013, 77, 1854-1861.
15. De Freitas, C.R.; Grigorieva, E.A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *Int J Biometeorol.* 2015, 59, 109-120. DOI 10.1007/s00484-014-0819-3.
16. Vasilevsky, D.N.; Vasilevskaya, L.N.; Lisina, I.A.; Mushta, B.B. Analysis of atmospheric pollution in Primorsky Krai in 2019-2020 according to GMAO/NASA satellite monitoring data. *Russian Journal of Hydrometeorological studies and forecasts*. 2021, 4(382), 149-162. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 31.03.2022; одобрена после рецензирования 30.06.2022; принята к публикации 11.07.2022.

The article was submitted 31.03.2022; approved after reviewing 30.06.2022; accepted for publication 11.07.2022.



## К 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева



**Подполковник Владимир Клавдиевич Арсеньев в 1917 г.**

*Источник фото:* Владимир Клавдиевич Арсеньев. Биография в фотографиях, воспоминаниях друзей, свидетельствах эпохи / Приморский государственный объединенный музей имени В.К. Арсеньева. Владивосток: Уссури, 1997.

В 2022 г. исполнилось 150 лет со дня рождения выдающегося российского и советского исследователя Дальнего Востока, географа, этнографа и писателя Владимира Клавдиевича Арсеньева.

Владимир Клавдиевич Арсеньев родился 10 сентября 1872 г. в С.-Петербурге в семье железнодорожного служащего, который дослужился до начальника Московской окружной железной дороги.

В.К. Арсеньев с детства любил читать книги о географических открытиях, увлекался рассказами о знаменитых путешественниках, об их удивительных приключениях в Азии, Африке, Австралии и обеих Америках. Он восхищался подвигами и открытиями своих современников – русских офицеров Н.М. Пржевальского, П.К. Козлова, Г.И. Невельского, а также ученых – путешественников П.П. Семенова-Тян-Шанского, Н.Н. Миклухо-Маклая, Г.Е. Грумм-Гржимайло и др., что во многом и определило выбор его жизненного пути. После окончания в 1896 г. Петербургского пехотного юнкерского училища подпоручик В.К. Арсеньев получил направление в 14-й Олонецкий пехотный полк, который был расквартирован в городе Ломжа (Царство Польское Российской империи).

В 1900 г. В.К. Арсеньев добился перевода на Дальний Восток (в 1-й Владивостокский крепостной пехотный полк). В последующие годы он проводит целый ряд рекогносцировочных экспедиции по Уссурийскому краю. За пять лет В.К. Арсеньев провел комплексное географическое обследование юга Приморья, составил топографические карты местно-

сти, собрал богатейший материал по строению рельефа, флоре и фауне, природным ресурсам, проводил археологические раскопки, изучал этнографические особенности коренных малочисленных народов. В.К. Арсеньев первым из европейских ученых сделал описание быта и этнографии коренных народов Приамурья — удэгейцев, тазов, орочей, нанайцев.

В 1906 г. В.К. Арсеньев возглавил первую большую экспедицию по изучению северо-восточных районов Приморья, практически не изученных территорий: горной области Сихотэ-Алиня от залива Святой Ольги до бухты Терней и системы истоков р. Уссури. Были составлены подробные карты местности, сделано ее комплексное географическое описание. В этом же году произошла в тайге знаменательная встреча В.К. Арсеньева и местного охотника-гольда Дерсу Узала, который стал проводником и другом Арсеньева, героем его книг «По Уссурийскому краю» и «Дерсу Узала». В последующем В.К. Арсеньев совершил еще ряд комплексных экспедиций по территории Дальнего Востока России, в т.ч. в нижнюю часть бассейна Амура, северное Прихотье, на Камчатку и Командорские острова. Всего В.К. Арсеньев провел более 10 экспедиций. Результаты экспедиций были опубликованы в широко известных научных работах В.К. Арсеньева (Краткий военно-географический и военно-статистический очерк Уссурийского края 1901–1911 гг. / В.К. Арсеньев. Хабаровск: типография Штаба Приамурского военного округа, 1912. 335 с. и других).

В конце 1917 г. В.К. Арсеньев оставил военную службу в звании подполковника. В начале 1920-х годов он заведовал этнографическим отделом Приморского музея (г. Владивосток), который в последующем был назван его именем. Возглавлял Краеведческий музей в г. Хабаровск.

Научные работы В.К. Арсеньева стали хорошо известны в России и за рубежом, результаты его исследований докладывались на заседаниях Русского императорского географического общества – в Санкт-Петербурге, Москве, Владивостоке, Хабаровске. Он щедро делился собранными им во время экспедиций уникальными материалами о природе региона, этнографии народов Дальнего Востока с музеями Хабаровска, Московского и Казанского университетов, Русского музея (г. С.-Петербург), Вашингтонского университета. Владимир Клавдиевич Арсеньев был членом Русского географического общества (РГО), Британского Королевского географического общества, Вашингтонского национального географического общества. Всего он состоял более чем в 20 научных обществах в России и других стран мира.

В советское время В.К. Арсеньев преподавал в Дальневосточном государственном университете, выступал с лекциями в Приморском отделении РГО – Обществе изучения Амурского края (ОИАК), писал научные работы. Наиболее известные из них:

Арсеньев В.К. Китайцы в Уссурийском крае. Очерки историко-этнографические // Записки Приамурского ИРГО. Хабаровск, 1914. Т. Вып. 1. 203 с.;

Арсеньев В.К., Титов Е.И. Быт и характер народностей Дальневосточного края. Владивосток: Кн. изд-во, 1928, 83 с.;

Арсеньев В.К. Лесные люди – удэгейцы // Сочинения. Т. 5. Владивосток: Примиздат, 1948. С. 139–202;

Арсеньев В.К. Шаманство у сибирских инородцев и их анимистические воззрения на природу // Сочинения. Т. 5. Владивосток: Примиздат, 1948. С. 203–220; и др.

Большой вклад В.К. Арсеньев внес в хозяйственное освоение и развитие российского Дальнего Востока. Так, в 1920-е годы он работал ответственным сотрудником в Переселенческом управлении, в Управлении рыбным и зверовым промыслами Дальнего Востока, в Наркомземе, в Бюро изысканий новых железнодорожных трасс. Был одним из организаторов первой переписи населения, в т.ч. коренного, первой конференции по развитию производительных сил Дальневосточного края, где сделал два важнейших доклада по естественно-историческим факторам и направлениям развития региона.

Умер Владимир Клавдиевич Арсеньев 4 сентября 1930 г. во Владивостоке от пневмонии, похоронен на Морском кладбище.

**Из писем известных людей В.К. Арсеньеву (из кн.: Владимир Клавдиевич Арсеньев. Биография в фотографиях, воспоминаниях друзей, свидетельствах эпохи / Приморский государственный объединенный музей имени В.К. Арсеньева. Владивосток: Уссури, 1997)**

*Уважаемый Владимир Клавдиевич!*

*Книгу Вашу читал с великим наслаждением. Не говоря о ее научной ценности, конечно, несомненной и крупной, я увлечен и очарован ее изобразительной силой. Вам удалось объединить в себе Брема и Фенимора Купера, – это, поверьте, неплохая похвала. Гольд написан Вами отлично, для меня он более живая фигура, чем «Следопыт», более «художественная». Искренне поздравляю Вас.*

*Разумеется, я буду очень рад получить второе издание этой чудесной книги, но, кроме того, я Вас прошу сказать «Книжному делу», чтобы мне выслали еще два экземпляра. Это для знакомых, которые брали у меня первое издание и так же влюбились в книгу, как и я.*

*У Вас, вероятно, есть фотографии, книгу можно было иллюстрировать. Подумайте, какое прекрасное чтение для молодежи, которая должна знать свою страну. Посылаю Вам свою книгу. Будьте здоровы».*

**А. Пешков (М. Горький), Сорренто, 24 января 1928 г.**

*Глубокоуважаемый Владимир Клавдиевич! Не знаю, как и благодарить Вас за Ваши интересные книги о путешествиях 1906–07 годов. Картины тайги, бурные потоки, выюки и над всем этим симпатичный вдумчивый облик Дерсу; одним словом, и наука, и эстетика; и этика, – все есть на этих прекрасных страницах, которыми я прямо зачитался... Для меня лично Ваши обе книги имеют еще тот специальный интерес, что в них упоминаются многие границы деревьев и дается хорошая картина гольцов. К сожалению, я не мог использовать Ваши данные для соответствующих обобщений в моих трудах об уссурийской растительности, т.к. последний из них уже заканчивается печатаньем. Лишь некоторые отрывочные данные можно было внести при корректуре. За это я, разумеется, чрезвычайно Вам благодарен. Надеюсь, что судьба пошлет Вам доброе здоровье еще на долгие годы и позволит еще неоднократно вести работы в тайге и поделиться своими знаниями в новых и новых книгах со всеми жаждущими знания.*

**В. Л. Комаров, 25 марта 1923 г., академик РАН (1920),  
вице-президент Академии наук СССР (1930–1936);  
Президент АН СССР (1936–1945).**

**Президент Всесоюзного ботанического общества (с 1930);  
почетный Президент Географического общества СССР (с 1940)**

*Уже прошло много времени с тех пор, как я встретил в Хабаровске на Амуре выдающегося исследователя Восточной Сибири В.К. Арсеньева. Он рассказал мне о своих высоко интересных путешествиях через девственную тайгу Уссурийского края, об ее малоизвестном туземном населении, а также о животном и растительном мире этой страны.*

*Получилось много в высшей степени интересных сообщений о неоткрытых еще местностях, и мне казалось очень прискорбным, что описания его путешествий и наблюдений не были опубликованы ни на одном из западно-европейских языков. Но теперь передо мною лежит книга В.К. Арсеньева, изданная на немецком языке, и составитель просил меня написать к ней предисловие, что исполняю с особенной радостью.*

*Исследователь открывает мир, о котором мы до сих пор имели очень мало сведений.*

*Вследствие умелого описания В.К. Арсеньева получается живое представление как о природных условиях, так и об обитателях этой отдаленной лесной страны. Достойно удивления, что мы, жители Старого Света, обыкновенно больше знаем о жизни туземцев Северной Америки, чем о*

туземцах Сибири, и особенно Восточной Сибири, хотя последние в самом деле имеют для нас гораздо больший интерес.

*Я надеюсь, что интересный и ценный труд В.К. Арсеньева найдет многих читателей.*

**Фритиоф Хансен (известный норвежский путешественник),  
(Из предисловия к изданию на немецком языке «Дерсу Узала», Берлин, 1926.)**

*Хотя Владимир Арсеньев не профессиональный писатель, а путешественник и исследователь, я очень уважаю его как художника. Как и другие творцы русской литературы, он обладает способностью глубоко проникать в человеческие души. Для меня его книги дают еще возможность продолжить размышления о том, что волнует меня всегда: почему люди не стараются быть счастливыми. Как сделать их жизнь счастливой?*

**Акиро Куросава (классик японского кино, режиссер,  
сценарист и продюсер; лауреат трех премий  
Американской киноакадемии «Оскар»,  
в т.ч. и за кинофильм «Дерсу Узала», Токио, 1973 г.)**

В России 150 лет со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева широко отмечается. Специальным указом Президента Российской Федерации от 1 ноября 2021 г. № 620 «О праздновании 150-летия со дня рождения В.К. Арсеньева» 2022 г. был объявлен юбилейным. В соответствии с указом был составлен и реализован обширный план мероприятий, посвященных юбилею В.К. Арсеньева.

В Тихоокеанском институте географии ДВО РАН (г. Владивосток) 22 апреля 2022 г. прошла научная конференция «Геосистемы Северо-Восточной Азии: географические факторы динамики и развития их структур». Конференция в целом была посвящена 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева. В рамках конференции был проведен круглый стол «Вклад В.К. Арсеньева в географические исследования Дальнего Востока России». Ведущие сотрудники ДВО РАН и ДВФУ выступили с докладами, в которых отразили разные стороны научной деятельности В.К. Арсеньева – как исследователя-натуралиста, писателя, открывшего всему миру удивительный мир уссурийской тайги; географа, оставившего большое количество дневниковых записей, в т.ч. картографического материала по неизученным районам Дальнего Востока; талантливого организатора Первой конференции по изучению производительных сил советского Дальнего Востока (апрель 1926 г., Хабаровск), на которой были определены важные направления социально-экономического развития этого уникального района на долгие годы. Весьма интересны геополитические аспекты научного наследия и практической деятельности В.К. Арсеньева, которые сохранили актуальность и в настоящее время.

В третьем номере журнала «Тихоокеанская география» была опубликована серия статей дальневосточных ученых, посвященных изучению научного наследия В.К. Арсеньева:

Бакланов П.Я., Мошков А.В. Ранние этапы формирования территориально-отраслевой структуры хозяйства Уссурийского края и вклад В.К. Арсеньева в его развитие // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 27–41. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_3](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_3). EDN: UTETDE

Ганзей К.С., Прокопец С.Д. Картографические работы В.К. Арсеньева // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 42–52. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_4). EDN: NLNWCE

Шведов В.Г. Геополитический аспект в научных трудах и практической деятельности В.К. Арсеньева // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 53–62. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_5](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_5). EDN: GMRDFO

Антонов А.Л. В.К. Арсеньев – первый исследователь животного мира и инициатор создания ООПТ в Нанайском районе (Нижнее Приамурье) // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 63–75. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_6](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_6). EDN: JHWANB

Шестеркин В.П. Водопады Владимира Клавдиевича Арсеньева // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 76–83. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_7](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_7). EDN: JMNBVI

Старцев А.Ф. В.К. Арсеньев – исследователь тунгусо-маньчжурских этносов Приамурья и Приморья // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 84–92. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_11\\_8](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_11_8). EDN: KDQWIM

С 12 по 14 сентября 2022 г. состоялась Всероссийская научная конференция с международным участием «150 лет со дня рождения В.К. Арсеньева», которая проходила во Владивостоке в Доме ученых ДВО РАН. Организаторами и партнерами конференции выступили:

ФГБУ «Дальневосточное отделение Российской академии наук»,

ФГБУН «Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН»,

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»,

Приморское краевое отделение Российского исторического общества,

Приморское краевое отделение Русского географического общества «Общество изучения Амурского края»,

ФГАУК «Музей истории Дальнего Востока им. В.К. Арсеньева».

В работе конференции приняли участие 77 ученых, представляющих научно-исследовательские учреждения, образовательные и музейные центры России (Дальний Восток, Сибирь, Урал, г. Москва, Санкт-Петербург) и Узбекистана.

Основной целью конференции было обсуждение наследия В.К. Арсеньева и его значения в контексте исторического, культурного, социального и политического развития Приморского края, Дальнего Востока, Российской Федерации и зарубежья.

14–16 сентября 2022 г. во Владивостоке состоялась Международная научно-практическая конференция «Арсеньевские чтения» – «Владимир Арсеньев и его наследие», организованные Государственным объединенным музеем-заповедником истории Дальнего Востока имени В.К. Арсеньева. Докладчиками на этих чтениях выступали многие ведущие ученые и специалисты из Владивостока и других городов России, в т.ч. ученые Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН и Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

В рамках этого мероприятия участники подвели итоги изучения обширнейшего наследия, которое после себя оставил этот уникальный исследователь, и обсудили последние работы в области изучения Дальнего Востока, выявили новые тренды в научных дисциплинах и сферах практической деятельности в регионе, с которыми связывал свою судьбу В.К. Арсеньев.

*П.Я. БАКЛАНОВ,  
научный руководитель института, академик РАН,  
ТИГ ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: pbaklanov@tigdvo.ru*

*К.С. ГАНЗЕЙ,  
директор института, к.г.н., ТИГ ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: kganzey@tigdvo.ru*

## Вклад В.К. Арсеньева в географические исследования на Дальнем Востоке

Петр Федорович БРОВКО  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия  
peter.brofuko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8506-166X>

**Аннотация.** В 2022 г. исполнилось 150 лет со дня рождения знаменитого исследователя Дальнего Востока Владимира Клавдиевича Арсеньева. Известный как путешественник, писатель, востоковед, этнограф В.К. Арсеньев много времени уделял изучению уникальной природы Дальнего Востока. Его исследованиями охвачена обширная территория – от юга Приморья до Камчатки и Командорских островов. Экспедиции Арсеньева продолжительностью до 6 месяцев и более проходили в разные сезоны года в сложных условиях горного рельефа, часто непроходимой тайги, по долинам рек и на морском побережье. Круг его интересов не ограничивался вопросами прикладного характера, он изучал состав и структуру горных пород, описывал формы рельефа, вел постоянные метеорологические наблюдения, собирал гербарий и т.д.; оценивал состояние природы и ее изменения под влиянием человека; давал комплексную характеристику территории и перспектив ее освоения. В статье представлен вклад ученого в геоморфологию, физическую географию, гидрологию и другие направления географической науки. Научные и научно-популярные статьи исследователя, его очерки, заметки существенно обогатили наши представления о географии Дальнего Востока России. Настольными для ученых, преподавателей, студентов являются его книги «По Уссурийскому краю» и «Дерсу Узала», «В горах Сихотэ-Алиня» и «Сквозь тайгу», «Краткий военно-географический и военно-статистический очерк Уссурийского края». Материалы исследований В.К. Арсеньева по различным отраслям географии, в т.ч. по метеорологии, биогеографии и другим направлениям в той или иной мере использованы в более поздних академических, научно-популярных и учебных изданиях.

**Ключевые слова:** Владимир Арсеньев, уникальная природа, Дальний Восток, экспедиции, геоморфология, гидрология, физическая география.

**Для цитирования:** Бровко П.Ф. Вклад В.К. Арсеньева в географические исследования на Дальнем Востоке // Тихоокеанская география. 2022. № 4. С. 87–95. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_8](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_8). EDN: DISVWI.



## Contribution of V.K. Arseniev to geographical research of the Far East

Peter F. BROVKO

Far East Federal University, Vladivostok, Russia

peter.brovko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8506-166X>

**Abstract.** 2022 marks the 150th anniversary of the birth of the famous explorer of the Far East, Vladimir Klavdievich Arseniev. Known as a traveler, writer, orientalist, ethnographer, V.K. Arseniev devoted much time to studying the unique nature of the Far East. The author presents his contribution of this scientist to geomorphology, physical geography, hydrology and other areas of geographical science is presented here. His research covered a vast territory – from the south of Primorye to Kamchatka and the Commander Islands. Arseniev’s expeditions, lasting up to six months or more, took place in different seasons of the year in difficult conditions of mountainous terrain, often impenetrable taiga, along river valleys and on the sea coast. The range of his interests was not limited to applied issues, he studied the composition and structure of rocks, described landforms, conducted constant meteorological observations, collected a herbarium, etc. He assessed the state of nature and its changes under the influence of man. He gave a comprehensive description of the territory with the prospects for its development. His scientific and popular science articles, essays, notes have significantly enriched our understanding of the geography of the Russian Far East. Desk books for scientists, teachers, and students are the books “On the Ussuri Territory” and “Dersu Uzala”, “In the Sikhote-Alin Mountains” and “Through the Taiga”, “A Brief Military-Geographical and Military-Statistical Essay on the Ussuri Territory”.

Materials, collected by V.K. Arseniev on geomorphology, hydrology, meteorology, biogeography and other areas of geographical science were used to some extent in later academic, popular science and educational publications.

**Keywords:** Vladimir Arseniev, unique nature, Far East, expeditions, geomorphology, hydrology, physical geography.

**For citation:** Brovko P.F. Contribution of V.K. Arseniev to geographical research of the Far East. *Pacific Geography*. 2022;(4):87-95. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_12\\_8](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_8).

### Введение

Выдающийся исследователь Дальнего Востока Владимир Клавдиевич Арсеньев и современниками, и благодарными потомками оценивается как писатель, географ и этнограф, военный востоковед, путешественник и без преувеличения – национальный герой России [1, с. 3]. Известный исследователь его биографии и творчества Иван Николаевич Егорчев (1951–2017 гг.) писал: «Сам Арсеньев был на редкость многосторонней личностью. Об этом говорит даже простой перечень видов деятельности, где он сумел проявить себя. Разведка местности и статистика, описание флоры и фауны, астрономические и метеонаблюдения, способы охоты и методы ведения сельского хозяйства местным населением, этнография и археология, картография и геология, изучение проблем народонаселения и миграции, орнитология и языкознание, музейное дело и преподавание, наконец, литературная работа. И в каждой из этих сфер интересов он ... добился больших успехов...». Несомненным является значительный вклад В.К. Арсеньева в большую науку. И этот вклад весьма значителен, когда мы говорим о географии.

Географию, структурно подразделяющуюся на два десятка дисциплин физико-географического, социально-экономического цикла, картографию и др., можно рассматривать как естественно-гуманитарную фундаментальную науку [2]. Великий ученый-естество-

испытатель М.В. Ломоносов (1711–1765 гг.) в середине XVIII в. задавался вопросом: «Что полезное есть человеческому роду к взаимному сообщению своих избытков, что путешествующим по разным государствам нужнее, как знать положение мест, расстояния, градусов величину, изобилие и соседство разных земель, нравы, обыкновения и правительства разных народов?». И сам отвечал: «Сие ясно показывает география: которая вся вселенная обширность единому взгляду подвергает». Этот единый «взгляд» географии отмечает известный русский географ Вениамин Петрович Семенов-Тянь-Шанский (1870–1942 гг.). Он называл географию наукой синтетической, подчеркивая ее срединное положение между фундаментальными науками: «...физико-математическими, с одной стороны, и науками гуманитарными – с другой» [3, с. 56]. Как комплексная рассматривается и физическая география, часть общей географической науки, изучающая географическую оболочку Земли и «...ее компоненты (литосферу, атмосферу, гидросферу, биосферу), их взаимосвязи, распределение по земной поверхности во времени и изменения под влиянием природных процессов и антропогенных воздействий [4, с. 575] и представляющая традиционное физико-географическое описание территории (региона), включая географическое положение, геологическое строение и рельеф, климат, внутренние воды, почвенно-растительный покров, животный мир, ландшафты и физико-географическое районирование.

Именно труды Владимира Клавдиевича Арсеньева в первой трети XX в. имеют большое значение для развития комплексной региональной физической географии. Факт этот нашел отражение в многочисленных работах исследователей [5–10].

### **Материалы и методы**

В работе применены историко-географический и сравнительно-географический методы. Проанализированы труды В.К. Арсеньева и материалы о нем. Используются архивные документы и картографические источники из фондов Приморского краевого отделения Русского географического общества – Общества изучения Амурского края.

### **Обсуждение результатов**

Выдающийся исследователь природы Дальнего Востока, биогеограф, заслуженный деятель науки РСФСР А.И. Куренцов (1896–1975 гг.) отмечал: «В.К. Арсеньев хотя и проявлял склонность к местной этнографии, все-таки оставался прежде всего исследователем с широким диапазоном понимания географического ландшафта» (подчеркнуто нами – П.Б.). И хотя в работах Арсеньева слово «ландшафт» практически не упоминается, комплексный подход с отражением традиционного физико-географического описания территории, с представлением всех основных компонентов ландшафта «имеет место быть». В своих полевых дневниках Арсеньев писал, что «Хребет СихотаАлинь имеет громадное значение и в Этнографическом, и в Зоологическом, и в Метеорологическом отношении, и с точки зрения флоры» [11, с. 62]. Он приводит яркие примеры различия в ландшафтных особенностях территории по обе стороны хребта: «На Востоке олень и фазан, на западе их нет совершенно... На западе больше снега, здесь на востоке его почти нет. Там рыхлый, мягкий – здесь быстро обледеневаает и становится куском крепким и колется при падении и при ударе. На востоке бризы – на западе их нет... На западе лес преимущественно хвойный строевой, красный. На востоке более лиственный, чаще встречаются поляны и открытые места. На востоке все скалы превратились в розсыпи под влиянием сырости моря и ветров, на западе – этого нет или очень мало... Вообще на востоке растительность богаче, шире и пышнее – на западе преобладают мхи» [11, с. 62].

Одна из работ В.К. Арсеньева так и называется: «Краткий физико-географический очерк бассейна р. Амура». Небольшая по объему статья содержит разделы физико-

географического описания: «геология», «климат», «реки», «фауна» и «флора». Интересно указание на места обитания животных в связи с растительностью, т.е. на связь между компонентами ландшафта: «Где кедр – там белка и кедровка, где белка – там соболь; где кабарга – там россомаха; где кедр и дуб – там кабан и изюбрь, а где кабан – там и тигр» [12, с. 530].

Две другие большие работы специального содержания также содержат крупные физико-географические разделы [13, 14]. В очерке по военной географии и военной статистике Уссурийского края почти половина объема (118 с.) отдана физической географии. Выделяются разделы: «реки», «геология», «климат», «фауна». Представлена весьма обстоятельная характеристика речной сети, включая сведения о длине основных рек и их притоков, морфологии устьев, характеру течения. Подробно описана морфология речных долин – от узких каньонообразных ущелий с порогами и водопадами в верховьях до широких террасированных низин с меандрами и старицами. Арсеньев указывает, что устья многих рек блокированы морскими наносами. При этом река течет параллельно берегу, вода идет «чрезвычайно стремительно», прорывает себе новый выход, «часто где-нибудь далеко в стороне от места своего прежнего впадения в море» [13, с. 74].

В книгах В.К. Арсеньева содержится много гидрологической информации не только о морфологических характеристиках рек, но и их режиме. Например, в одной из работ он пишет: «Верст через десять нам пришлось еще раз переправляться через реку, которая разбилась на множество протоков, образуя низкие острова, заросшие лесом. Слои ила, бурелом, рывины и пригнутый к земле кустарник – все это указывало на недавнее большое наводнение» [15, с. 237]. Или уже в другой: «Я не узнал места впадения Дынми... устье ее переместилось на полкилометра к югу. Старое русло было занесено галькой и уже успело зарости молодым лесом. Видно было, что река дважды меняла свое направление» [16, с. 544].

Характерны и информативны описания Арсеньевым последствий наводнений, проблема которых актуальна для Приморья и в XXI в. «Сколько понадобилось веков для того, чтобы разрушить твердую горную породу и превратить ее в песок? Сколько понадобилось времени, чтобы песчинка за песчинкой заполнить залив и вытеснить морскую воду? Немалое участие в заполнении долины принимал и плавниковый лес. Тысячами кряжин и пней завалено русло реки и острова. Стволы деревьев сейчас же заносятся песком; на поверхности остаются торчать только сучья и корни. Мало-помалу погребаются и они. Каждое новое наводнение приносит новый бурелом и накладывает его сверху, потом опять заносит песком и т.д. Так отступает океан, нарастает суша, и настанет время, когда река Вай-Фудин будет впадать не в залив Св. Ольги, а непосредственно в море» [15, с. 183]. «Частые и сильные наводнения в долине Вай-Фудина принудили пермских крестьян искать места, более удобные для земледелия, где-нибудь в стороне. Естественно, что они прежде всего обратили внимание на Да-дун-гоу» [15, с. 196].

Историко-этнографический очерк Арсеньева о китайцах в Уссурийском крае содержит раздел «Орография», в котором сочетаются сведения о морфологии рельефа и его геологическом строении. Горная система Сихотэ-Алинь с системой продольных и поперечных хребтов отражена Владимиром Клавдиевичем верно в научном плане и весьма впечатляюще – в художественном: «Уссурийский край – страна горная. Причудливые вершины, острые и тупые, толпятся до самого горизонта. Контурные дальних гор расплывчатые, неясны – они тонут в синеватой дали (очевидно, поэтому в Приморье есть хребты Синий и Восточный Синий – П.Б.). Отсюда, с высоты птичьего полета, страна кажется как бы окаменевшим морем, кажется, будто все это когда-то кипело, волновалось и вдруг сразу застыло и остановилось в своем движении» [14, с. 327].

В работе «По Уссурийскому краю» на 306 страницах (с 50-й по 355-ю) выявлено более 300 описаний рельефа Сихотэ-Алиня и рельефообразующих процессов. Эти сведения различны по объему и виду описываемого объекта или процесса. Иногда они представлены одной строкой, иногда – захватывают несколько страниц (с. 170, 209, 242, 261 и др.; с. 181–184, 195–198, 223–225 и др.) [15].

Так, только одно предложение «Размытая почва, галечниковые отмели и ямы с водой – все это указывало на то, что река часто выходит из берегов и затопляет долину» [15, с. 149] говорит о сложном строении речного русла, частых наводнениях, затоплении поймы и низких террас в долине р. Фудзин (Павловка. – *П.Б.*). Короткая фраза: «С обеих сторон высились горы, покрытые осыпями.» [15, с. 315] указывает специалисту на безлесье в вершинном поясе гор, где активно идут процессы физического выветривания и денудации в целом. В следующем предложении содержится информация о высоких абразионных уступах (клифах) высотой более 80–90 м, узком пляже у их подножья и поперечном перемещении наносов на этом участке, которое обычно фиксируется по выбросам на пляже морских организмов: «Горы с северной стороны бухты оканчиваются обрывами высотой в 245–280 футов с узкой намывной полосой прибоя, на которую море выбросило множество морской травы» [15, с. 261].

Подробную физико-географическую и геоморфологическую характеристику получила прибрежная полоса Японского моря. Арсеньевым была детально описана морфология и динамика 14 бухт. Интересно, что еще полувеком ранее автор книги «Путешествия по Приамурью, Китаю и Японии» М.И. Венюков (1832–1901 гг.) до широты 45° 15' с.ш. перечислил 13 бухт (от Посыета до Тернея), указав, что даже классическая страна природных гаваней – южный берег Австралии, прославленный Флиндерсом (британский исследователь Австралии – *П.Б.*), не представляет такого богатства.

Важны с точки зрения геоморфологического анализа представления В.К. Арсеньева о типах берегов, их морфологии, динамике и эволюции [5]. В зависимости от расчленения рельефа прибрежной суши между зал. Св. Владимира и устьем р. Амур им выделяются два типа берегов. Первый – «продольный берег» (по Рихтгофену), протягивается от Николаевска до Императорской Гавани и второй, «риасовый берег» – к югу «от мыса Св. Николая до зал. Св. Ольги» [13, с. 71]. Первый тянется параллельно горным цепям и наиболее ярко представлен между Императорской Гаванью и заливом Де-Кастри. «Большой горный хребет Доко тянется вдоль самого берега, отделяя бассейн реки Аггэ от моря. Хребет этот резко выступает в море – это сбросовый выступ. К югу от него начинается риас» [13, с. 73]. Риасовый тип формируется при подходе горных хребтов к берегу перпендикулярно или под некоторым углом. Его морфологический облик определяют затопленные морем во время голоценовой трансгрессии (5–6 тыс. лет назад) приустьевые участки речных долин. Залив Петра Великого представляет собой пример риасового берега.

На западном берегу Татарского пролива широко развиты обвально-осыпные процессы. В.К. Арсеньев отмечает их во многих местах побережья, объясняя происхождение навалов глыб у подножья клифов, сбросо-обвалов, осыпей и оползней. «Огромные обвалы и большие оползни берега... бывают главным образом летом, в дождливое время года... Просачивающаяся сквозь толщу горной породы вода, дойдя до пластов, препятствующих дальнейшему ее протеканию, стремится наружу, подтачивает подстилающие слои и пропитывает собой всю массу, лежащую выше, отчего верхние слои сползают на береговую полосу прибоя, обуславливая тем огромный обвал» [13, с. 73–74]. Это доходчивое и понятное объяснение так и просится на страницы учебника геоморфологии.

В.К. Арсеньев во время экспедиций не только описывает видимые геоморфологические объекты или проявления экзогенных процессов, но и восстанавливает историю развития рельефа. Замечательное подтверждение анализа эволюции берега в бухте Терней, сделанного Арсеньевым в 1906 г., мы находим через три четверти века в трудах крупного геоморфолога и палеогеографа А.М. Короткого. Сравним:

«Здесь особенно ясно видно, что раньше бухта Терней гораздо глубже вдавалась в материк: значительная глубина реки около устья, обширный залив, отходящий от нее в сторону, и, наконец, два озера среди болот указывают, где ранее были глубокие места бухты. Самое море потрудились над тем, чтобы оттеснить себя от суши. Коса, наметанная морским прибоем, протянувшаяся от одного мыса к другому, превратила залив в лагуну. Потом здесь образовались дюны; они увеличивались в размерах и погребли под собою прибрежные утесы» [15, с. 304].

«Подъем уровня Японского моря приводил к подтоплению устьев рек... и образованию ингрессионных заливов... В третью группу включены устья средних и крупных рек с обильным аллювиальным питанием, где от голоценовых заливов сохранилось около трети длины первоначальных акваторий. В устьях этих рек остались небольшие лагуны, отделенные от основных частей заливов барьерными формами (реки Киевка, Зеркальная, Венюковка и др.» (река Серебрянка, бухта Терней, например – П.Б.)...Современные эоловые накопления [дюны] прослеживаются локально в устьях рек и на берегах бухт» [17, с. 175, 187].

Распространение форм аллювиальной и лагунной аккумуляции в заливах и бухтах, о которых пишет А.М. Короткий, отмечалось В.К. Арсеньевым практически во всех обследованных им заливах. Описывая расположение форм рельефа, состав рыхлых отложений, он отмечал и некоторые особенности эволюции побережья: «...река Тапоуза впадает не непосредственно в море, а в большое прибрежное озеро, имеющее в окружности около 10 верст. Озеро это отделено от моря песчаною косою и соединяется с ним небольшим рукавом. И здесь мы видим тот же процесс выравнивания берега и отвоевания суши части территории, ранее захваченной морем» [15, с. 214]. «Высокие террасы на берегу моря и карнизы по склонам гор указывают на отрицательное движение береговой линии и отступление моря. Немалую роль в этом сыграла и сама река, в течение многих веков наносившая осадочный материал и откладывая его в виде мощных напластований. Затем образовалась большая лагуна, отделенная от моря одним только валом. Озера, оставшиеся ныне среди болот, – это наиболее глубокие места лагуны» [15, с. 216]. «Вал этот и болото свидетельствуют о том, что раньше здесь была лагуна. На другом склоне вала лежали огромные валуны из гнейса... Это надо приписать действию льдов, которые в зимнее время нагоняются сюда ветрами и “припахивают” берег» [15, с. 294]. «Несомненно, и тут мы имеем дело со старой лагуной, процесс высыхания которой далеко еще не закончен... Около моря сохранилась еще открытая вода. Это озеро Благодати» [15, с. 301].

Интересный лагунный берег описан В.К. Арсеньевым и на севере Охотского моря. Во время путешествия в Гижигинский район он «...обследовал Ямскую лагуну и ее окрестности, начертил в дневнике схематическую карту ... (масштаб: в одном дюйме 10 верст)...» (18, с. 211). Он также дал описание берегового рельефа к северу, до устья р. Молкачан [совр. Малкачан – П.Б.]. Наличие лагун, затрудняющих доступ к рекам, указывается Арсеньевым как одна из причин того, «...что рыбные богатства Пенжинского залива не используются даже в размере 10 проц.» [19, с. 20].

В.К. Арсеньев приводит и описание берегов Командорских островов. Он дает размеры островов Беринга и Медного, длина которых 75 и 50 верст соответственно. И отмечает, что последний «...представляется в виде длинного горного кряжа, северо-западный (правильно: северо-восточный – П.Б.) берег которого изрезан бухтами, а юго-западный имеет менее развитую береговую линию с песчаными отмелями» [20, с. 420]. Действительно, коэффициент изрезанности крупнобухтового северо-восточного берега составляет 1.44, а для мелкозубчатого юго-западного равен 1.17. По мнению Арсеньева, ранее Командорские острова были значительно больше. Это видно по продолжению в море следов речных русел. «Затем произошло опускание береговой линии и потом вновь частичное поднятие берегов, о чем свидетельствуют озера, происшедшие из морских заливов, впоследствии заболоченные и превратившиеся в тундру, а равно и карнизы в виде ясно выраженных ступеней. На высоте 30 саженей от поверхности моря были найдены следы прибора: выброшенный плавниковый лес и целые скелеты морских животных» [20, с. 420].

Арсеньев придавал особое значение Командорским островам как территории исключительной ценности для государственного пушного хозяйства. Он составил карты с обозначением мест лежбищ морских котиков и нахождения каланов, добился усиления охраны лежбищ, срочного сооружения на островах радиостанции и поставил вопрос о превращении Командорских островов в «естественный питомник пушных зверей» [21].

Ярким примером географического описания рельефа и процессов, его формирующих, является работа о восхождении на Авачинский вулкан и спуск в его кратер [22]. Этот

вулкан, относящийся к «типу Везувия», имеет высоту 2680 м и является действующим. Его извержения отмечены в 1737, 1773, 1827, 1828, 1829, 1855, 1878, 1881, 1894 и 1909 гг. Как пишет Арсеньев, «...с 1909 года по настоящее время извержений более не было, но тем не менее ... из жерла его вырываются пары и газы. Деятельность сопки то усиливается, то ослабевает. Правильной периодичности между усилением деятельности вулкана и ослаблением ее не наблюдается...восхождение на Авачинский вулкан и в особенности спуск в его кратер сопряжены с некоторым риском» [22]. (Позднее он извергался в 1926, 1927, 1938, 1945, 1991, 2001 гг.; современная высота 2741 м; автору в составе группы студентов ДВГУ удалось в 1968 г. совершить восхождение на вулкан – П.Б.). Работа Арсеньева дает интересный сравнительно-географический материал. После извержения 1991 г. кратер практически полностью был заполнен лавой. По мнению ряда ученых, при своей непрекращающейся активности Авачинская сопка продолжает «расти вверх» благодаря наслоению лавовых потоков.

Большой вклад внес В.К. Арсеньев в биогеографию [23, 24]. Замечательно выглядит обращение Арсеньева к читателю, который ошибается, если «представляет себе тайгу в виде роши». «Уссурийская тайга – это девственный и первобытный лес, состоящий из кедра (*Pinus koraiensis* Sieb. Et Zucc.), черной березы (*Betula davurica* Pall.), амурской пихты (*Abies nephrolepsis* Max.), ильмы (*Ulmus campestris* Lin.), тополя (*Populus suaveolens* Fisch.), сибирской ели (*Picea obovata* Leb.), липы маньчжурской (*Tilia mandshurica* R.M.), даурской лиственницы (*Larix davurica* Turcz.), ясеня (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), дуба монгольского (*Quercus mongolica* Fisch.), пальмовидного диморфанта (*Aralia mandshurica* R.M.)». А еще пробковое дерево (*Phellodendron amurense* Rupr.), с «листвой, напоминающей ясень, с красивой пробковой корой, бархатистой на ощупь... и многих других пород» [15, с. 126].

Арсеньев убедительно обосновал биогеографическую границу между маньчжурской и охотской фауной и флорой в Сихотэ-Алине, которая по предложению профессора А.И. Куренцова стала называться «линией Арсеньева». Кроме того, Владимир Клавдиевич отметил, что более суровые климатические условия побережья не только отодвигают маньчжурскую флору и фауну вглубь территории, но они в то же время способствуют просачиванию к югу целого ряда бореальных видов животных и растений. На примере тигра Арсеньев показал, что Сихотэ-Алинь является «...границей к распространению по широте этого великолепного представителя кошачьей породы» [25, с. 49]. И, как заключает А.И. Куренцов, «поставленный Арсеньевым вопрос о меридиональном распространении в Сихотэ-Алине организмов имеет большое научное значение» [23, с. 103].

Не менее значим научный вклад В.К. Арсеньева в картографию, экономическую и политическую географию Дальнего Востока, отраженный в ряде работ ученых Тихоокеанского института географии ДВО РАН – П.Я. Бакланова, К.С. Ганзея, А.В. Мошкова, В.Г. Шведова и др.

Материалы исследований В.К. Арсеньева по физической географии в той или иной мере использованы в академических и учебных изданиях. Среди них: «Дальний Восток: физико-географическая характеристика» (1961 г.), фундаментальный труд «Южная часть Дальнего Востока» (1969 г.) в серии «Природные условия и естественные ресурсы СССР», книги В.В. Никольской «Дальний Восток: очерк природы южной половины Дальнего Востока» (1962 г.) и «Физическая география Дальнего Востока» (1981 г.), Ю.К. Ивашинникова «Физическая география и природные ресурсы Дальнего Востока» (2010 г.).

## Заключение

В.К. Арсеньев – выдающийся исследователь Дальнего Востока. Его полевые дневники, отчеты, карты, коллекции, научно-популярные книги дают ценный материал для познания природы этой огромной территории. Основные объекты комплексных

исследований Арсеньева – горные системы, речные долины и морское побережье. В начале прошлого века он внес неоценимый вклад в развитие теории и практики многих направлений географической науки в Дальневосточном регионе, и прежде всего геоморфологии, гидрологии и биогеографии.

### Литература

1. В.К. Арсеньев – шаг в XXI век / под ред. П.Ф. Бровко. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 144 с.
2. Тютюнник Ю.Г. География как фундаментальная наука // Изв. РГО. 2020. Т. 152, № 2. С. 87–100.
3. Теория и методология географической науки / М.М. Голубчик, С.П. Евдокимов, Г.Н. Максимов, А.М. Носов. М.: ВЛАДОС, 2005. 463 с.
4. Котляков В.М., Комарова А.И. География: понятия и термины: пятиязычный академический словарь. М.: Наука, 2007. 859 с.
5. Бровко П.Ф. Геоморфолог В.К. Арсеньев // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 4. С. 159–168.
6. Бровко П.Ф. Географ В.К. Арсеньев // География и краеведение в Якутии и сопредельных территориях Сибири и Дальнего Востока: мат-лы II Всерос. научно-практ. конф., посвященной 100-летию ЯАССР (25–26 марта 2022 г.). Якутск: Издательский дом СВФУ, 2022. С. 10–14.
7. Денисов Е.П., Худяков Г.И. Геологические и геоморфологические исследования Приморского филиала Географического общества за 80 лет // Записки ПФГО СССР. 1966. С. 35–41.
8. Егорчев И.Н. Неизвестный Арсеньев. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2016. 164 с.
9. Кириллов Е.А. В.К. Арсеньев как геоморфолог и геолог (к 115-летию со дня рождения) // Тихоокеанская геология. 1988. № 2. С. 120–126.
10. Нам И.П. В.К. Арсеньев топограф (по материалам фонда музея) // Приморье – XXI век: материалы научной конф. к 115-летию ОИАК и 100-летию ДВГУ. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. С. 26–28.
11. Полевые дневники экспедиции В.К.Арсеньева 1906 года // Записки ОИАК. Т. 36, вып. 1. 2002. С. 11–66.
12. Арсеньев В.К. Краткий физико-географический очерк бассейна р. Амура. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 3. Владивосток: Изд-во Альманах «Рубеж», 2012. С. 523–534.
13. Арсеньев В.К. Краткий военно-географический и военно-статистический очерк Уссурийского края / 1901–1911. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 3. Владивосток: Изд-во Альманах «Рубеж», 2012. С. 63–322.
14. Арсеньев В.К. Китайцы в Уссурийском крае. Очерк историко-этнографический. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 3. Владивосток: Изд-во Альманах «Рубеж», 2012. С. 323–522.
15. Арсеньев В.К. По Уссурийскому краю. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 1. Владивосток: Изд-во Альманах «Рубеж», 2007. С. 43–396.
16. Арсеньев В.К. Сквозь тайгу. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 2. Владивосток: Изд-во Альманах «Рубеж», 2009. С. 479–600.
17. Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. М.: Наука, 1990. 216 с.
18. Тарасова А.И. Владимир Клавдиевич Арсеньев. Владивосток: Изд. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. 412 с.
19. Арсеньев В.К. Гижигинский промысловый район // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1925. № 5. С. 17–37; № 6. С. 17–34.
20. Арсеньев В.К. Командорские острова в 1923 г.: географический очерк // Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. Владивосток, 1923. С. 420–464.
21. Изучение В.К. Арсеньевым северо-востока России (к 150-летию со дня рождения). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rgo.ru/ru/article/izuchenie-v-k-arsenevym-severo-vostoka-rossii-k-150-letiyu-sodn>. (дата обращения: 21.06.2022).
22. Арсеньев В.К. В кратере вулкана: (восхождение на Авачинский вулкан и спуск в кратер). Владивосток: Книжное дело, 1925. 32 с.
23. Куренцов А.И. Линия Арсеньева в биогеографии Сихотэ-Алиня // Записки ПФГО СССР, 1965. С. 101–106.
24. Куренцова Г.Э. Ботанические исследования в Приморье, проведенные Приморским филиалом Географического общества СССР за период 1884–1964 гг. // Записки Приморского филиала ГО СССР. Т. 25. Владивосток, 1966. С. 42–49.
25. Полевые дневники экспедиции В.К. Арсеньева 1906 года (продолжение) // Записки ОИАК. Т. 37, вып. 1. Владивосток, 2004. С. 11–69.

## References

1. V.K. Arseniev – a step into the XXI century / ed. P.F. Brovko. Publishing House of the Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 2007; 144 p. (In Russian)
2. Tyutyunik, Yu.G. Geography as a fundamental science. *News of the Russian Geographical Society*. 2020, 152(2), 87-100. (In Russian)
3. Theory and methodology of geographical science / M.M. Golubchik, S.P. Evdokimov, G.N. Maksimov, A.M. No-sonov. VLADOS: Moscow, Russia, 2005; 463 p. (In Russian)
4. Kotlyakov, V.M.; Komarova, A.I. Geography: concepts and terms: a five-language academic dictionary. Nauka: Moscow, Russia, 2007; 859 p. (In Russian)
5. Brovko, P.F. Geomorphologist V.K. Arseniev. *Vestnik of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*. 2017. 4, 159-168. (In Russian)
6. Brovko, P.F. Geographer V.K. Arseniev. In *Geography and local history in Yakutia and adjacent territories of Siberia and the Far East: Materials of the II All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of The Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic (March 25-26, 2022)*. NEFU Publishing House: Yakutsk, 2022, 10-14. (In Russian)
7. Denisov, E.P.; Khudyakov, G.I. Geological and geomorphological studies of the Primorsky branch of the Geographical Society for 80 years. In *Notes of the Primorsky branch of the USSR Geographical Society*, 1966, 35-41. (In Russian)
8. Egorchev, I.N. Unknown Arseniev. Publishing House of the Far Eastern Federal University: Vladivostok, Russia, 2016; 164 p. (In Russian)
9. Kirillov, E.A. V.K. Arseniev as a geomorphologist and geologist (on the occasion of his 115th birthday). *Pacific Geology*. 1988, 2, 120-126. (In Russian)
10. Nam, I.P. V.K. Arseniev as a topographer (according to the materials of the museum fund). In *Primorye - XXI century: Proceedings of the scientific conference on the 115th anniversary of the Society for the Study of the Amur Territory and the 100th anniversary of the Far Eastern State University*. Publishing House of the Far Eastern State University: Vladivostok, Russia, 1999, 26-28. (In Russian)
11. Field diaries of the expedition of V.K. Arseniev in 1906. In *Notes of the Society for the Study of the Amur Territory*. XXXVI(1), 2002, 11-66. (In Russian)
12. Arseniev, V.K. A brief physical and geographical outline of the basin of the Amur River. Collected works in 6 volumes. Vol. 3. "Frontier" Almanac Publishing House: Vladivostok, Russia, 2012, 523-534. (In Russian)
13. Arseniev, V.K. A brief military-geographical and military-statistical essay of the Ussuri region / 1901-1911. Collected works in 6 volumes. Vol. 3. "Frontier" Almanac Publishing House: Vladivostok, Russia, 2012, 63-322. (In Russian)
14. Arseniev, V.K. The Chinese in the Ussuri region. Historical and ethnographic essay. Collected Works in 6 volumes. Vol. 3. "Frontier" Almanac Publishing House: Vladivostok, Russia, 2012, 323-522. (In Russian)
15. Arseniev, V.K. Along the Ussuri region. Collected works in 6 volumes. Vol. 1. "Frontier" Almanac Publishing House: Vladivostok, Russia, 2007, 43-396. (In Russian)
16. Arseniev, V. K. Through the taiga. Collected works in 6 volumes. Vol. 2. "Frontier" Almanac Publishing House: Vladivostok, Russia, 2009, 479-600. (In Russian)
17. Korotkiy, A.M.; Khudyakov, G.I. Exogenous geomorphological systems of sea coasts. Nauka: Moscow, Russia, 1990; 216 p. (In Russian)
18. Tarasova, A.I. Vladimir Klavdievich Arseniev. Publishing House of the Far Eastern Federal University: Vladivostok, Russia, 2012; 412 p. (In Russian)
19. Arseniev, V.K. Gizhigin'skiy industrial area. *Economic life of the Far East*. 1925, 5, 17-37; 6, 17-34. (In Russian)
20. Arseniev, V.K. The Commander Islands in 1923: a geographical outline. In *Fish and fur wealth of the Far East*. Vladivostok, 1923, 420-464. (In Russian)
21. V. K. Arsenyev's study of the north-east of Russia (on the occasion of the 150th anniversary of his birth). Available online: <https://www.rgo.ru/ru/article/izuchenie-v-k-arsenevym-severo-vostoka-rossii-k-150-letiyu-so-dn>. (accessed on June 21 2022). (In Russian)
22. Arseniev, V.K. In the crater of the volcano: (ascent to the Avachinsky volcano and descent into the crater). Book Business: Vladivostok, 1925; 32 p. (In Russian)
23. Kurentsov, A.I. Arsenyev's line in the biogeography of Sikhote-Alin. In *Notes of the Primorsky branch of the USSR Geographical Society*. 1965, 101-106. (In Russian)
24. Kurentsova, G.E. Botanical research in Primorye, carried out by the Primorsky branch of the USSR Geographical Society in 1884-1964. In *Notes of the Primorsky branch of the USSR Geographical Society*. Vol. XXV. Vladivostok, 1966, 42-49. (In Russian)
25. Field diaries of the expedition of V.K. Arsenyev in 1906 (continued). *Notes of the Society for the Study of the Amur Territory*. Vladivostok, 2004, XXXVII(1), 11-69. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 27.07.2022; одобрена после рецензирования 12.08.2022; принята к публикации 18.08.2022.

The article was submitted 27.07.2022; approved after reviewing 12.08.2022; accepted for publication 18.08.2022.



## Научная конференция «Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях» 14–18 сентября 2022 г. (Владивосток, пос. Смычка, Дальнегорский район, Приморский край)

14–18 сентября 2022 г. в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН проходила научная конференция «Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях», приуроченная к 50-летию организации Научно-экспедиционной базы ТИГ ДВО РАН «Смычка» и 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева. Конференция была организована совместно с Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Дальневосточным федеральным университетом и Русским географическим обществом.

В первый день работы конференции в стенах ТИГ ДВО РАН было представлено 16 пленарных докладов. Они касались истории становления и развития стационарных географических исследований в Приморском крае, Курской области, бассейне р. Амур, Рязанской области, Пермском Прикамье, Магаданской области, северо-западной части Тихого океана. Отдельный блок докладов был посвящен В.К. Арсеньеву. Рассматривались работы Владимира Клавдиевича в Уссурийском крае начала XX в. и их значение в развитии стационарных наблюдений в регионе. Отдельно была представлена информация о картографических трудах В.К. Арсеньева, в которых отражены природное, природопользовательское, социальное и экономическое состояние Уссурийского края в этот же период.

Объемный доклад был представлен одним из основателей НЭБ «Смычка» Ю.П. Баденковым. В нем были раскрыты основные этапы становления и развития стационарных научных исследований в регионе, а также рассмотрены вызовы и концепции проведения последующих работ. В.В. Шаповалов были представлены результаты 10-летних стационарных натурных высокотехнологичных исследований приповерхностного влагооборота в геосистемах малых речных бассейнов южного Сихотэ-Алиня.

Большой интерес у аудитории вызвал доклад А.Ю. Пузаченко, в котором была показана неоднозначность результатов стационарных исследований и проблематика их дальнейшей интерпретации. О.И. Баженовой были представлены уникальные данные экспериментальных исследований временной организованности геосистем в степях Центральной Азии. Н.Н. Назаров с коллегами познакомил участников конференции с результатами изучения динамики и развития лесных и болотных геосистем в Пермском Прикамье. Особое внимание им было уделено анализу причин изменения природных комплексов.

В третий день работы конференции на научно-экспедиционной базе «Смычка» состоялось секционное заседание. Были представлены доклады о научных исследованиях в Сихотэ-Алинском заповеднике, пространственно-временных особенностях проявления цунами на восточном побережье Приморского края, ландшафтном



Заседание конференции на НЭБ «Смычка». Фото автора

картографировании на стационарах Рязанской области, криогидрологических процессах на малых речных водосборах Дальневосточного сектора Арктики, временной организации геосистем в степях Центральной Азии, годовом ходе температуры почвы в лесах Комсомольского заповедника, об оценке деформации береговой линии при прохождении крупных паводков в бассейне р. Амур.

Подводя итоги конференции, можно отметить, что несмотря на значительную стагнацию стационарных исследований в 1990-е гг., закрытие большого количества научных станций, баз и полигонов, они не потеряли своей актуальности и в настоящее время. Особый импульс в развитии стационарных наблюдений за состоянием компонентов природной среды и геосистем в целом получили исследования процессов природного и антропогенного генезиса, в т.ч. по установлению факторов, направлений и скорости трансформации географической оболочки Земли. В связи с активным развитием методов дистанционного зондирования, в т.ч. с применением беспилотных летательных аппаратов, разработкой систем геоэкологического мониторинга, формируются комплексы непрерывного получения научных данных. К сожалению, эти системы на данный момент существуют в пределах отдельных организаций, и остро стоит вопрос организации объединенной открытой системы обмена первичными научными данными между научными, образовательными и природоохранными организациями. Кроме того, процедуры обработки и многомерного анализа данных стационарного наблюдения необходимо выводить на качественно новый уровень, что обеспечит формирование не только системы оперативного мониторинга, но и разработку сценарных оценок разнонаправленных изменений окружающей среды.

В соответствии с общим мнением участников конференции принято решение о создании рабочей группы по развитию стационарных наблюдений в России, их координации и формированию единой системы хранения и обмена данными. С учетом высокой актуальности подобных научных мероприятий было решено проводить подобные конференции на регулярной основе – 1 раз в три года.

16 сентября состоялись торжественные мероприятия по случаю 50-летия организации Научно-экспедиционной базы ТИГ ДВО РАН «Смычка». На заседании в широком кругу участников конференции были оглашены по-



Посещение музейно-выставочного комплекса г. Дальнегорск. Фото автора

здравления, поступившие в адрес Института от почетного президента РГО, научного руководителя ИГ РАН, академика РАН В.М. Котлякова; первого вице-президента РГО, президента географического факультета МГУ академика РАН Н.С. Касимова; члена-корреспондента РАН К.Н. Дьяконова и д.г.н. профессора В.А. Низовцева; д.г.н. Н.Н. Дроздова; директора ИГКЭ члена-корреспондента РАН А.А. Романовского и члена-корреспондента РАН С.М. Семенова; директора ИВЭП ДВО РАН д.б.н. М.В. Крюковой и члена-корреспондента РАН Б.А. Воронова и др. Также серия поздравительных адресов была получена от зарубежных коллег (США, Германия и др.). В рамках торжественного заседания директор ТИГ ДВО РАН К.С. Ганзей всем сотрудникам базы вручил благодарственные письма. По решению Минобрнауки России бессменному руководителю НЭБ «Смычка» А.П. Копцеву была вручена медаль «За безупречный труд и отличие».

В заключительный день работы конференции состоялась полевая экскурсия по Дальнегорскому району с посещением музейно-выставочного центра г. Дальнегорск, где участники конференции смогли познакомиться с историей развития района, его памятными местами, развитием горно-добывающих производств.

*К.С. ГАНЗЕЙ,*  
директор института, к.г.н.,  
ТИГ ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: geo2005.84@mail.ru

Научные чтения, посвященные  
100-летию со дня рождения Ю.П. Михайлова  
«Территориальная организация природы и общества  
сибирского макрорегиона в условиях глобальной  
нестабильности»  
(Иркутск, 31 октября–1 ноября 2022 г.)

В Институте географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения РАН совместно с Иркутским областным отделением РГО (г. Иркутск) прошли Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения Ю.П. Михайлова (31 октября–1 ноября 2022 г.). Обозначенная тематика – «Территориальная организация природы и общества сибирского макрорегиона в условиях глобальной нестабильности» – объединила около 50 исследователей-географов и студентов из разных городов России, в том числе Якутска, Улан-Удэ, Томска, Москвы, Московской области и других регионов. Сотрудники, коллеги, друзья, родные поделились воспоминаниями о своем учителе в профессии и «по жизни».

К началу мероприятия Институт переиздал книгу «Юрий Петрович Михайлов» из серии «Выдающиеся географы Сибири» при финансовой поддержке ООО «УК» «Палп-Норд» [3]. По сложившейся традиции первый день мероприятия был отведен пленарным докладам. Во вступительном слове В.М. Плюснин, научный директор ИГ СО РАН, не только рассказал участникам Научных чтений об основных научных интересах и творческой деятельности Ю.П. Михайлова, но и поделился личными воспоминаниями, выделив такие его черты характера, как основательность, надежность, принципиальность, при этом отметил и спортивные пристрастия. Продолжил разговор о разносторонней научно-исследовательской деятельности Юрия Петровича директор Института И.Н. Владимиров, начиная с теории и методов общественной географии и завершая практико-ориентированной тематикой комплексного освоения тяжелых территорий. Всего на указанном научном мероприятии чтений было заслушано более 20 выступлений. Т.И. Заборцева представила коллективный доклад «Территориальная организация природы и общества: теория и практика» (соавторы А.Р. Батуев, В.М. Парфенов), где на



**Михайлов Юрий Петрович (1922–2010 гг.)**

доктор географических наук, профессор – известный сибирский ученый, основатель научной школы в области экономической, социальной, политической и рекреационной географии

основе анализа основных научных публикаций [2] и выполненных научно-поисковых работ [3] доказательно было отражено глубокое понимание Ю.П. Михайловым роли взаимодействия, взаимосвязей природы, истории, экономики и техники в решении экономико-географических проблем; особо подчеркнуто, что проблемы формирования и управления природно-хозяйственными территориальными системами в рамках природопользования были основополагающими в его научных исследованиях. В докладе Н.М. Сысоевой («Страноведение и его отражение в экономических исследованиях») было обращено внимание на последнюю прижизненную статью Юрия Петровича [1] и представлен современный спектр исследований указанного направления. С позиций географического подхода Г.Б. Дугаровой изложены особенности социально-экономической оценки ущербов в

XXI в. на примере сибирских территорий (в соавторстве с Т.И. Заборцовой, О.В. Гагариновой, О.А. Игнатовой, П.В. Рогова). Л.М. Короткий представил возможные направления географических исследований на основе бассейнового природно-ресурсного районирования Северо-Восточной Азии (соавтор В.Н. Богданов). Открыл серию докладов по населенческой тематике Н.В. Воробьев (соавтор – А.Н. Воробьев) с итогами исследований по демографической динамике последних десятилетий и потенциале урбанизированных территорий Сибири и Монголии, продолженную далее молодыми исследователями в следующей части Научных чтений. В.В. Рудский посвятил свое выступление воспоминаниям об Институте, многочисленных отечественных и зарубежных коллегах и друзьях, акцентируя внимание при этом на ведущей роли Ю.П. Михайлова и его семьи. Затем о жизни и творчестве Юрия Петровича своими глубоко личными воспоминаниями, порой трогательными, с включением рабочих и бытовых моментов-зарисовок, поделились коллеги по институту и не только: В.М. Парфенов, А.К. Черкашин, Л.М. Короткий, Н.В. Смирнов, А.А. Сысоев. Александр Афанасьевич Сысоев в одном предложении сформулировал роль личности ученого для формирования творческого духа коллектива: «В присутствии Юрия Петровича было стыдно выступать плохо». По окончании первой части Научных чтений особенно интересно было услышать короткое выступление старшего сына Ю.П. Михайлова – Александра Юрьевича, ныне д.т.н., профессора ИрННТУ об особой атмосфере радостного творчества, неподдельного интереса, взаимопонимания в главном, что ощущал он, подросток, в коллективе Института конца 1960-х – начале 1970-х гг., когда приходил с младшим братом на разные мероприятия и в старое, и в новое здание...

Во второй части научных чтений выступали более молодые исследователи. Доклады по расселенческо-демографической тематике продолжили Ю.Н. Дмитриева («Территориальная дифференциация и перспективы демографического потенциала в регионах Сибири»), Д.В. Маргеева («Проблема исчезающих населенных пунктов на примере Иркутской области»), Ю.В. Антипина («Сравнительная характеристика развития городских агломераций Сибири и Монголии», соавтор – О.В. Валеева) Т.Н. Шеховцова («Географические исследования качества жизни населения»), Т.Р. Мирязов («Картографические методы в исследовании системы расселения в Сибирском федеральном

округе») и др. Не меньший интерес представляли доклады по особенностям организации страховой деятельности на территории Сибири в условиях Covid-19 (Л.А. Суменкова), оценке строительства социально-значимых объектов на основе индикативных методов также в Сибири (П.В. Рогов), о различиях в уровне жизни на территории Западной и Восточной Сибири (П.Л. Попов, А.А. Чернев), особенностях социально-экономического развития приграничных территорий Россия-Монголия на примере модельного кожууна (района) Республики Тыва (Н.Е. Красноштанова, М.В. Куклина) и др.

Весьма интересно в режиме on-line рассказали А.П. Итегелова о перспективах развития туризма в районе Колымской трассы в местах проживания коренных малочисленных народов Севера (соавторы – М.В. Куклина, А.Н. Саввинова и др.), Е.Ю. Александров – о результатах анализа социально-экономического развития Ангарского городского округа с применением сценарного подхода, А.Г. Бутузов – о методологии оценки ресурсного потенциала территории для целей этноориентированных видов туризма, К.А. Чернышев (соавтор – Е.Ю. Петров) – о подходах к делимитации образовательного пространства Восточной Сибири на основе изучения цифровых следов мигрантов, Д.А. Домашева (соавтор – Т.Ю. Зенгина) – об итогах геоинформационного анализа изменения площадей лесов в бассейне Верхней Ангары и др. Научные чтения завершилась интересной дискуссией и подведением итогов (Т.В. Ханташкева, И.Н. Владимиров) с желанием встретиться в следующий юбилейный год.

## Литература

1. Михайлов Ю.П. Нужно ли страноведение современной географии? // География и природные ресурсы. 2010. № 3. С. 145–150.
2. Михайлов Ю.П. Территориальная организация природы и общества. Новосибирск: Наука, 2012. 351 с.
3. Юрий Петрович Михайлов. Серия «Выдающиеся географы Сибири» / автор-составитель Т.И. Заборцева. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2022. 107 с.

*ЗАБОРЦЕВА Т.И.,  
доктор географических наук,  
зав. лабораторией экономической  
и социальной географии,  
Институт географии  
им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск,  
e-mail: zabti@irigs.irk.ru*

## Девяносто лет со дня рождения А.П. Кулакова



Шестнадцатого ноября 2022 г. мы отметили 90-летие со дня рождения Алексея Петровича Кулакова (1932–2017), советского и российского ученого-геоморфолога, доктора географических наук, одного из наиболее ярких представителей дальневосточной школы структурной геоморфологии, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, заведующего лабораторией геоморфологии (1986–2004), главного научного сотрудника (2004), ветерана ДВО РАН. А.П. Кулаков работал в Тихоокеанском институте географии с 1979 по 2017 г., кроме того, вел преподавательскую работу в Дальневосточном государственном университете.

Основные направления его научных исследований следующие:

- 1) колебания уровня дальневосточных морей в антропогене;
- 2) геоморфологическое строение и морфо-структурная эволюция Восточной Азии и других континентальных окраин мира;

3) морфоструктуры центрального типа (МЦТ) Восточной Азии и дна Тихого океана.

Первые научные труды А.П. Кулакова были посвящены, скорее, палеогеографии. Вместе со своими коллегами (в т.ч. с директором института Г.И. Худяковым) А.П. Кулаков детально изучал морфологию береговых форм рельефа Охотского и Японского морей. В результате этих исследований была написана серия статей о колебании уровня океана в плейстоцене, о формах рельефа, которые служили индикаторами колебаний уровня, и о новейших тектонических процессах, существенно повлиявших на положение береговой линии. В дальнейшем, как бы отталкиваясь от морфотектоники береговых зон, А.П. Кулаков выбрал основное направление своей деятельности – морфоструктуры разных рангов, т.е. тектонические структуры, которые так или иначе находят свое выражение в рельефе, создавая положительные или отрицательные формы.

Алексей Петрович стал одним из «фундаментальных» представителей структурной геоморфологии – науки на стыке геоморфологии, тектоники и геологии. Можно сказать, что предметами структурной геоморфологии являются «внешняя» структура Земли (рельеф), «внутренняя» структура (т.е. формы, которые созданы тектоникой, и тектонические процессы) и вещество, заполняющее эти формы. Именно Тихоокеанский институт географии ДВНЦ АН СССР (ДВО АН СССР) с середины 1980-х гг. стал фактически основным центром изучения особой категории морфоструктур, которые получили название морфоструктур центрального типа (МЦТ). Здесь у Алексея Петровича появились единомышленники (Б.В. Ежов, А.А. Гаврилов, С.М. Тащи, А.А. Ищенко, Р.И. Никонова, Е.А. Мясников,

В.В. Ермошин); здесь же проходил обмен мнениями с геологами и геоморфологами из других городов и стран, в частности из Китая и Вьетнама, имеющими сходные профессиональные интересы. МЦТ в определении В.В. Соловьева – это «выражающиеся в рельефе изометрические, с четкой центральной симметрией структуры, т.е. целостные геолого-геоморфологические образования, возникающие за счет совокупного воздействия эндогенных и экзогенных процессов». Толчком к развитию этого направления послужили космические изображения Земли, на которых геологи и геоморфологи стали отмечать прежде неизвестные конфигурации разных (по генезису, масштабу и морфологии) форм рельефа в виде колец, в т.ч. концентрических, и дуг. Особо пристальное внимание уделялось так называемым мега-МЦТ, т.е. структурам с размерностью от сотен до первых тысяч километров в диаметре. Эти морфоструктуры, судя по ряду признаков, испытали сложную, длительную историю развития с архея–протерозоя. И в ряде случаев история заложения и развития МЦТ может быть с достаточно высокой вероятностью прослежена. Более того, на примере изучения восточной окраины Азии (от Чукотки до Зондского архипелага) А.П. Кулаков и его единомышленники предложили иерархическую конструкцию системы разноранговых МЦТ, включая мега-МЦТ. Были также предложены гипотезы образования МЦТ, причем эти гипотезы совершенствовались по мере получения новых геофизических данных о строении мантии Земли.

Следующее важное направление в изучении морфоструктур, имеющее прагматическую цель, – связь (обусловленность) отдельных морфоструктур, включая МЦТ и мега-МЦТ, с оруденением и прогнозная оценка морфоструктур для поиска рудных полезных ископаемых. Этой теме посвящено большое количество работ как дальневосточных, так и других российских и зарубежных геоморфологов. Наиболее пристальное внимание уделялось, конечно, связи МЦТ и золотоносных россыпей. Однако именно этот аспект впоследствии оказался недостаточно востребованным. Дело в том, что сама эта проблема требовала системного многофакторного подхода, включающего различные геолого-геоморфологические гипотезы, причем на разных пространственных иерархических (масштабных) уровнях. Стало очевидно, что для корректного прогнозирования россыпных месторождений пространственно-вещественный анализ МЦТ, возможно, является необходимым, но явно не достаточным. Другим «камнем преткновения» стало отсутствие удобной для практического применения морфогенетической классификации МЦТ, основанной на общепринятом едином принципе их выделения.

К сожалению, из-за недостаточности данных дальневосточные геоморфологи во главе с А.П. Кулаковым смогли решить лишь некоторые вопросы, связанные с морфоструктурами. Самыми проблематичными оказались два аспекта: генезис морфоструктур и, как уже отмечалось, их классификация. Поскольку все крупные морфоструктуры (и прежде всего мега-МЦТ) являются гетерогенными образованиями, отдельные сегменты которых сформировались или обновились в разные геологические эпохи, то их классификация должна строиться на синтетической основе. Но для формирования такой основы необходимы другие способы поиска и систематизации информации, которой, к слову, пока еще явно недостаточно для создания корректной общей классификации. Был отвергнут также «литосферный» способ образования мега-МЦТ «по дуге» в виде последовательного присоединения к изначальной основе новых дуговых сегментов литосферы в условиях «горизонтального» стресса, т.е. без обязательного участия глубинных (мантийных) иницирующих очагов, что могло стать основой для примирения и попыткой синтеза с глобальной тектоникой плит.

В последние годы А.П. Кулаков и его коллеги сместили акценты на связь морфоструктур (в т.ч. МЦТ) с экзогенными геологическими процессами и сейсмическими событиями. Цель дальневосточных геоморфологов была чрезвычайно актуальной – получение адекватных представлений о сейсмической опасности региона (всем памятен «хрестоматийный», к сожалению, трагический пример, когда 28 мая 1995 г. случилось Нефтегорское катастрофическое землетрясение с магнитудой 7.6 и силой 7.2 балла по шкале Рихтера

на севере Сахалина – в районе, который относился к 6-балльной зоне.) Поскольку период инструментальных сейсмических наблюдений на Дальнем Востоке не превышает полутора веков, то для корректной оценки потенциальной сейсмической опасности (и соответственно картографирования) необходимы дополнительные косвенные методы. Одним из таких методов стал пространственно-временной анализ палеосейсмодислокаций – преимущественно обвалов и оползней, т.е. экзогенных форм рельефа, которые могли быть спровоцированы землетрясениями. Наложение на карту морфоструктур этих проявлений экзогенных процессов способствовало выявлению тех элементов тектонических структур, которые были активны в недавнем прошлом.

Замыслы дальневосточных геоморфологов были достаточно смелыми, однако случилось то, что происходит с большинством научных идей: с одной стороны – старение «носителей» идеи, с другой – выдвигание на передний план других идей, которые на данном историческом этапе развития науки оказались более адекватными и востребованными. Сказанное отнюдь не означает, что состоялось замещение или вытеснение одной идеи другой. Не подошло время их синтеза – вот главная причина, почему морфоструктурные исследования в данный исторический период стали менее актуальными, чем 15–30 лет назад.

Несомненно, Алексей Петрович Кулаков был настоящим полевиком, интеллигентом-мыслителем, которого отличали порядочность и глубина мыслей и поступков вне зависимости от окружающих авторитетов и доминирующих геолого-тектонических представлений. Все его научные труды чрезвычайно обстоятельны.

Список научных работ А.П. Кулакова насчитывает 220 публикаций, в т.ч. 10 монографий, из них 3 – авторские.

Сотрудники Тихоокеанского института географии надеются, что новое поколение геологов и геоморфологов заинтересуется уникальными (не входящими в современный официальный мейнстрим) трудами А.П. Кулакова и его коллег.

*НЕВСКИЙ В.Н.,  
к.г.н., ТИГ ДВО РАН,  
nevsky@tigdvo.ru*

*СКРЫЛЬНИК Г.П.,  
к.г.н., ТИГ ДВО РАН,  
skrylnik@tigdvo.ru*



**Авторский указатель статей, опубликованных в 2022 году**

- АНТОНОВ А.Л. В.К. Арсеньев – первый исследователь животного мира и инициатор создания ООПТ в Нанайском районе (Нижнее Приамурье). № 3, с. 63.
- БАБУРИН В.Л. Территориальная эффективность регионов России. № 2, с. 29.
- БАДЕНКОВ Ю.П., Качур А.Н., Кошцев А.П., Кудрявцева Е.П., Шулькин В.М., Христофорова Н.К. Полвека географических исследований и мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе (к 50-летию научной экспериментальной станции «Смычка»). № 4, с. 60.
- БАЗАРОВ К.Ю. См. Базарова В.Б.
- БАЗАРОВА В.Б., Макаревич Р.А., Кудрявцева Е.П., Базаров К.Ю., Бровко П.Ф., Егидарев Е.Г. Развитие и современное состояние западного побережья озера Ханка. № 3, с. 14.
- БАКЛАНОВ П.Я., Виговская В.Н., Мошков А.В. Виктор Иванович Преловский (6.06.1945 – 1.03.2022 гг.). № 2, с. 78; он же, Ганзей К.С. К 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева. № 4, с. 82; он же, Мошков А.В. Городская агломерация как интегральная урбанизированная геосистема. № 4, с. 29; он же, Мошков А.В. Научная конференция «Геосистемы Северо-Восточной Азии: географические факторы динамики и развития их структур». № 2, с. 74; он же, Мошков А.В. Ранние этапы формирования территориально-отраслевой структуры хозяйства Уссурийского края и вклад В.К. Арсеньева в его развитие. № 3, с. 27.
- БРОВКО П.Ф. Вклад В.К. Арсеньева в географические исследования на Дальнем Востоке. № 4, с. 87; он же. См. Базарова В.Б.
- ВАРДОМСКИЙ Л.Б. Особый режим как фактор экономического развития Калининградской области в меняющихся внешних условиях. № 1, с. 35.
- ВАРЧЕНКО Л.И., Петропавловский Б.С. Памяти Семкина Бориса Ивановича. № 1, с. 85.
- ВАСИЛЕВСКАЯ Л.Н. См. Лисина И.А.
- ВИГОВСКАЯ В.Н. См. Бакланов П.Я.; она же, см. Преловский В.И.
- ВИНОКУРОВ Ю.И. См. Красноярова Б.А.
- ВОЛКОВА Д.И. См. Лисина И.А.
- ГАНЗЕЙ К.С. Научная конференция «Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях». № 4, с. 96; он же, см. Бакланов П.Я.; он же, Прокопец С.Д. Картографические работы В.К. Арсеньева. № 3, с. 42.
- ГАНЗЕЙ Л.А. См. Осипов С.В.
- ГОРБАТЕНКО Л.В. Четвертое Совещание Ассоциации по исследованию водных ресурсов Северо-Восточной Азии. № 1, с. 83; см. Шапов В.В.
- ДМИТРИЕВ Р.В., Шупер В.А. Система расселения Азиатской России: единство в многообразии. № 4, с. 38.
- ЕГИДАРЕВ Е.Г. См. Базарова В.Б.
- ЖАРИКОВ В.В. Развитие ландшафтного подхода к изучению подводных геосистем в Тихоокеанском институте географии. № 1, с. 5.
- ЗАБОРЦЕВА Т.И. Научные чтения, посвященные 100-летию со дня рождения Ю.П. Михайлова. № 4, с. 98.
- ЗИМОВ С.А. Плейстоценовый парк в устье Колымы. № 1, с. 78.
- КАРАКИН В.П. К столетию со дня рождения Давида Савельевича Вишневого. № 3, с. 95.
- КАЧУР А.Н. См. Баденков Ю.П.
- КОЛОМЫЦ Э.Г. Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Часть 1. № 1, с. 45; Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Часть 2. № 2, с. 37.
- КОЛЬЦОВА А.А. См. Мирзеханова З.Г.
- КОПЦЕВ А.П. См. Баденков Ю.П.



- КОСОЛАПОВ А.Б. См. Лозовская С.А.
- КРАСНОПЕЕВ С.М. См. Орешко А.П.
- КРАСНОЯРОВА Б.А., Винокуров Ю.И., Пузанов А.В. Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество. № 1, с. 59.
- КУДРЯВЦЕВА Е.П. См. Баденков Ю.П.
- КУДРЯВЦЕВА Е.П. См. Базарова В.Б.
- ЛЕБЕДЕВА О.И. См. Лисина И.А.
- ЛИСИНА И.А., Василевская Л.Н., Лебедева О.И., Волкова Д.И. Исследование пространственно-временного распределения общего индекса патогенности климата Приморского края за 2011–2020 гг. № 4, с. 72.
- ЛОЗОВСКАЯ С.А., Погорелов А.Р., Косолапов А.Б. Медико-географические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. № 2, с. 5.
- МАКАРЕВИЧ Р.А. См. Базарова В.Б.
- МАРТЫНОВ В.Л., Сазонова И.Е. Санкт-Петербургская агломерация: взгляд географа. Рецензия на монографию Олифира Д.И. Пространственное развитие Санкт-Петербургской агломерации. № 3, с. 93.
- МИРЗЕХАНОВА З.Г., Кольцова А.А. Национальные стратегические цели в экологических программах регионов ДФО. № 3, с. 5.
- МОШКОВ А.В. См. Бакланов П.Я. № 2, с. 78; он же, см. Бакланов П.Я. № 4, с. 29; он же, см. Бакланов П.Я. № 2, с. 74; он же, см. Бакланов П.Я. № 3, с. 27.
- НЕВСКИЙ В.Н. Картографирование опасных геоморфологических процессов в прибрежной зоне островов залива Петра Великого (Приморский край) на основе комплексной морфогенетической легенды. № 1, с. 68; он же, Скрыльник Г.П. Девяносто лет со дня рождения А.П. Кулакова. № 4, с. 100.
- ОРЕШКО А.П., Краснопеев С.М. Математическое моделирование климатической системы «ледники–океан–атмосфера» и других природных процессов в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. № 4, с. 5.
- ОСИПОВ С.В., Паничев А.М., Серёдкин И.В., Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Чернова Е.Н. Ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. № 1, с. 18.
- ПАНИЧЕВ А.М. См. Осипов С.В.
- ПЛЮСНИН В.М. История становления, современное состояние и перспективы стационарных исследований в Сибири. № 4, с. 49.
- ПРЕЛОВСКИЙ В.И., Виговская В.Н. Познавательный туризм во Владивостоке и его пригороде: ресурсы, проблемы и приоритеты развития. № 2, с. 60.
- ПРОКОПЕЦ С.Д. См. Ганзей К.С.
- ПОГОРЕЛОВ А.Р. См. Лозовская С.А.
- ПУЗАНОВ А.В. См. Красноярова Б.А.
- РАЗЖИГАЕВА Н.Г. См. Осипов С.В.
- САЗОНОВА И.Е. См. Мартынов В.Л.
- СЕРЁДКИН И.В. См. Осипов С.В.
- СТАРЦЕВ А.Ф. В.К. Арсеньев – исследователь тунгусо-маньчжурских этносов Приамурья и Приморья. № 3, с. 84.
- ТОКРАНОВ А.М. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН: История создания и основные результаты исследований. № 2, с. 16.
- ХРИСТОФОРОВА Н.К. См. Баденков Ю.П.
- ЧЕРНОВА Е.Н. См. Осипов С.В.
- ШАМОВ В.В., Горбатенко Л.В. Гидрологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. № 4, с. 17.
- ШВЕДОВ В.Г. Геополитический аспект в научных трудах и практической деятельности В.К. Арсеньева. № 3, с. 53.
- ШЕСТЕРКИН В.П. Водопады Владимира Клавдиевича Арсеньева. № 3, с. 76; Гидрохимия горных озер бассейна реки Амур. № 2, с. 50.
- ШУЛЬКИН В.М. См. Баденков Ю.П.
- ШУПЕР В.А. См. Димитриев Р.В.
- Авторский указатель статей, опубликованных в 2022 году. № 4, с. 104.
- Правила для авторов. № 1, с. 87.

**Адрес редакции:**

690041 Владивосток, ул. Радио, 7, каб. 215  
тел. +7 (423) 232-06-46  
E-mail: pac\_geogr@tigdvo.ru  
<http://tigdvo.ru/zhurnal-tihookeanskaya-geografiya/>

**Издатель:**

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
Тихоокеанский институт географии  
Дальневосточного отделения  
Российской академии наук  
690041 Владивосток, ул. Радио, 7  
Тел. +7 (423) 232-06-72

Выход в свет 26.12.2022 г.

Формат 70 × 108/16

Усл. печ. л. 8,8

Уч.-изд. л. 7,72

Тираж 100 экз. Заказ 21

Цена свободная

Отпечатано:

ИП Мироманова И.В.

690106 г. Владивосток, ул. Нерчинская, 42-102

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации ПИ № ФС77-78620 от 08.07.2020 г.